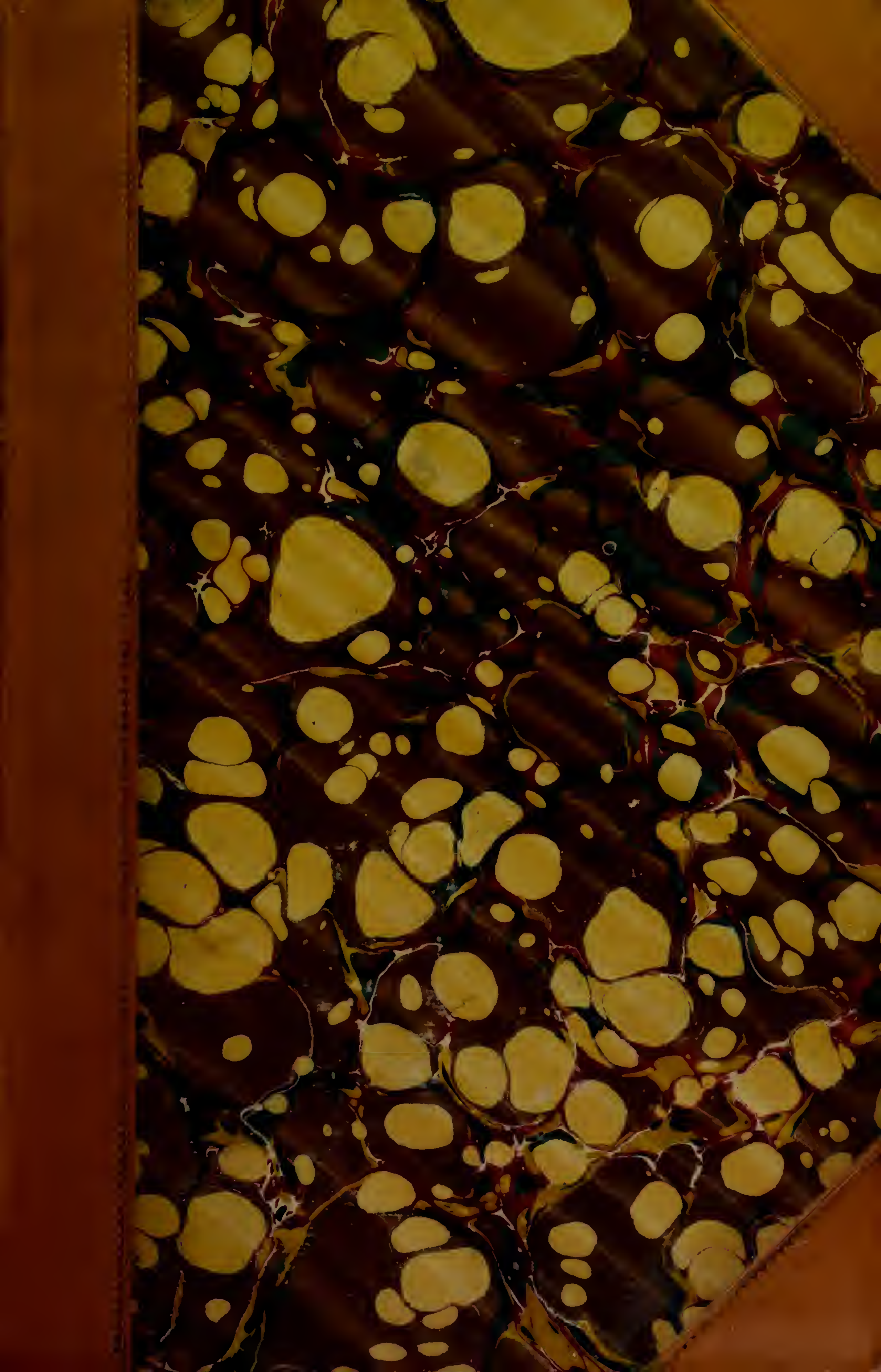


HYDRO-CHEMIE

oder

HANDBUCH DER CHEMIE

DER

NATÜRLICHEN WÄSSER,

nach den neuesten Resultaten der Wissenschaft.

Von

DR. B. M. LERSCH,

Arzte zu Aachen.

Zweite Auflage des betreffenden Theiles der „Einleitung in die Mineralquellenlehre“.

BERLIN, 1864.

Verlag von August Hirschwald.

Unter den Linden No. 68.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Derjenige Theil der „Einleitung in die Mineralquellenlehre“, als dessen zweite Auflage das vorliegende Buch gelten soll, erschien in den Jahren 1852 und 53 und wurde von der Kritik nicht blos mit vieler Nachsicht aufgenommen, sondern, offen gestanden, etwas zu günstig beurtheilt. In dieser guten Aufnahme sah ich nur eine Anerkennung der wissenschaftlichen Methode, welche befolgt worden war, ohne dass mir darum die vielseitigen Mängel, wie sie einer ersten derartigen Bearbeitung gewöhnlich ankleben, verborgen bleiben konnten. Schon aus dem ums Dreifache vermehrten Umfange der vorliegenden Schrift im Vergleiche gegen den betreffenden Abschnitt der „Einleitung“ wird man erkennen, dass ich in den 12 Jahren, welche seitdem verflossen sind, bestrebt gewesen bin, etwas Besseres zu leisten und der Leser wird keinen Artikel antreffen, der nicht völlig umgearbeitet worden. Das vorausgehende Paragraphen-Verzeichniss beweist die Reichhaltigkeit des hier verhandelten Stoffes und die mannigfachen Beziehungen, in welchen die Chemie der natürlichen Wässer zur Balneologie, Diätetik und Geognosie steht. Es ist also wohl zu erwarten, dass eine sorgfältige Sichtung

der vielen Thatsachen, welche die Hydro-Chemie bis zur neuesten Zeit ans Licht gestellt hat, für den Naturforscher und den Arzt von Nutzen sein werde. Besonders werden die zahlreichen Arbeiter, welche sich in den letzten Jahren auf dem Felde der wissenschaftlichen Balneologie eingefunden haben, einer vollständigen Chemie der Mineralwässer nicht entbehren können, um für die Erklärung ihrer pathogenetischen und therapeutischen Wirkungen einen festen Boden zu gewinnen.

Aachen, Frühjahr 1864.

Dr. B. M. Lersch.

Paragraphen-Register.

Allgemeines. §. 1—19.

Luftförmige Bestandtheile. §. 20—78.

Mineralisation des Wassers mit unorganischen Theilen im Allgemeinen. §. 79—112.

Unorganische Salze und deren Bestandtheile. §. 113—216.

Organische Bestandtheile. §. 217—236.

Trinkwasser, Meerwasser, Chemie der Wässer in technischer Hinsicht. §. 237—254.

Abkürzungen, Bemerkungen.

W. heisst Wasser, Wässer, Wassers, Wässern; Qu. heisst Quelle, Quellen.

C.C. heisst Cubikcentimeter.

F. G. oder f. G. heisst fester (Salz-) Gehalt.

K. heisst Kubik (K.F. Kubikfuss, K.Z. Kubikzoll).

M. heisst Meter.

M.W. heisst Mineral-Wasser oder -Wässer; M.Qu. heisst Mineral-Quelle oder -Quellen.

Spez. Gew. heisst spezifisches Gewicht.

Z.T. heisst Zehntausendtel oder vielmehr Ganze auf 10000 Gewichtstheile Wasser bezogen; z. B. 0,5 Z.T. Gehalt heisst 0,5 Gewichtstheile in 10000 Gewichtstheilen Wasser.

Die Endsilben -säure u. -saurer, -saure, -saures sind, wie in andern chemischen Werken zuweilen mit s. abgekürzt, z. B. quells. Natron.

Die gewöhnlichen *chemischen Zeichen* sind in §. 6 erklärt.

Alle *Bezeichnungen des Salzgehaltes* sind, wenn nicht anders angegeben ist, auf 10000 Gewichts-Theile Wasser zu beziehen; z. B. 0,01 Z.T. f. G. heisst 1 Gewichtstheil festen Salzgehalts in 1 Million gleicher Gewichtstheile Wasser. Auch der Gehalt der Wässer an *Gasen* ist als Gewichtstheile (auf 10000 Theile Wasser bezogen) zu nehmen, wenn nicht Vol. (Volumina) beibemerkt ist.

Für die *spezifischen Gewichte* ist Wasser = 1000 als Norm zu Grunde gelegt; nicht, wie gewöhnlich, reines Wasser = 1. Die spezifischen Gewichte der Mineralwässer sind häufig nur um ein oder einige Tausendtel von dem des reinen Wassers verschieden u. der Werth des spezifischen Gewichts springt mehr in die Augen, wenn man Wasser zu 1000 ansetzt; es ist z. B. 1001.5 augenfälliger als 1,0015.

Die *Wärmegrade* sind die des hunderttheiligen Thermometers von Celsius.

Gegenstand dieser Schrift.

De aquis disseremus, quas insignes aut sapor aut aliqua reddit utilitas. Sen. Nat. III, c. 1.

Diese Schrift *) befasst sich mit den Kenntnissen vom Wasser, die in den Bereich des Chemikers und des Arztes gehören. Sie soll in physikalischer Hinsicht keine vollständige Hydrologie sein; da Physik und Mechanik Eigenschaften des Wassers erörtern, die den Chemiker und Arzt nicht näher angehen. Sie behandelt aber die ärztliche Anwendung des Wassers in jeder Form. Deshalb ist sie mehr als eine Mineralwasserlehre, die nur von mineralischen Wässern spricht und wieder mehr als eine Pegologie d. h. die Lehre von den Quellen. Ihr Gegenstand ist die Lehre von den nichtmineralischen und mineralischen Wässern, von den kalten und warmen Wässern, von den diätetisch oder medizinisch benutzten Wässern. Sie umfasst auch die Balneologie oder die Lehre vom Baden; aber nicht im vollsten Umfange, da es gewisse Arten von Bädern gibt, deren Besprechung dem Gebiete der Arzneimittellehre anheimfällt. Doch werden gleichfalls jene Kuren mit medicamentösen Bädern, wie überhaupt die Heilagentien abgehandelt werden, die an Mineralwasser-Kurorten gebräuchlich, in der Methode den Wasserkuren ähnlich, oder die dazu bestimmt sind, den Heilapparat von Bade- oder Mineralwasser-Kurorten zu vervollständigen oder entbehrlich zu machen (z. B. Fichtennadelbäder, Trauben- und Molkenkuren), in so weit sie nicht der Arzneimittellehre gänzlich angehören. Der Chemiker wird im betreffenden Abschnitte die Lehre von der Analyse der Wässer nicht antreffen, aber sie auch gewiss nicht suchen noch vermissen, da die gangbaren Lehrbücher der Meister diesen Abschnitt der analytischen Chemie ausführlich und im Zusammenhange mit den übrigen Lehren der Analyse behandeln. Wenn aber auch nicht die Methode vorgetragen wird, so werden doch die Resultate der Mineralwasser-Chemie, die bisheran nirgendwo einen Sammelplatz gefunden hatten, in dieser Schrift, soviel als möglich, vollständigst wiedergegeben werden. Ebenso werden die Ergebnisse der Physik der Mineralquellen und in beschränkterem Umfange

*) Ich verstehe darunter nicht bloss den vorliegenden Band, sondern das Gesammtwerk.

auch die der Geologie, in so weit sie auf Mineralquellen Bezug haben, erörtert werden. Die Geographie der Mineralquellen und Kurorte ist durch einzelne, die Quellen eines gewissen Landes besprechende Artikel vertreten. Die Geschichte der Mineralwässer wurde bereits als Geschichte der religiösen Verehrung des Wassers im Alterthum und als Historie des Badewesens in Verbindung mit Notizen aus der Literatur der Hydrologie und Balneologie in einem besondern Hefte abgehandelt, wobei aber auf die Geschichte der Mineralwasser-Chemie, die mit den andern Entdeckungen der Chemie gleichen Schritt gehalten hat, nicht weitläufig eingegangen wurde.

Chemie der natürlichen Wässer.

§. 1. Von den gemeinen und von den edlen Wässern.

Aquae salubritate et medendis corporibus nobiles. Vell. II, 25.

Das Wasser wird unterschieden, nach dem Orte, den es einnimmt (Wasser der Luft oder Meteorwasser *), Wasser der Erdoberfläche, Wasser der Tiefe), nach seiner Begrenzung (Meere, Seeen, Teiche, Ströme, Flüsse, Bäche, Quellen), nach seiner Wärme (kalte Wässer und Thermalwässer), nach seinen Bestandtheilen, die ihm entweder eine ganz ordinäre Mischung geben, wodurch es zum gewöhnlichen diätetischen Gebrauche sich eignet (Nutzwässer), oder die doch seine Mischung nicht besonders auszeichnen (sogenannte stoffarme, akratische oder indifferente Wässer) oder die im Gegentheile das Wasser zum Mineralwasser **) machen. Von physiologischer und ärztlicher Seite werden die Wässer in solche unterschieden, die gemein sind, — nämlich solche die gewöhnlich und vorzugsweise zum Stillen des Durstes und zum Bereiten der Speisen den Vorzug haben, Trinkwässer, die sog. schlechten Wässer —, und die ungemeinen edlen Wässer, die zur Wiedererlangung der Gesundheit vorzugsweise dienen. Der grösste Theil der Mineralwässer gehört zu den edlen Wässern, weil sie fast alle Gesundquellen oder Heilquellen oder Heilwässer sind, und nur selten oder beim unrechten Gebrauche schädliche oder sogar giftige Wirkungen ausüben und dann als Giftquellen (Kropfquellen und dgl.) fast nur in negativer, prophylaktischer Hinsicht unsere Aufmerksamkeit verdienen. Wie das Wort Heilquelle nicht im strengen Gegensatze zum gemeinen Wasser steht, so ist der Ausdruck Mineralwasser für die hier zu besprechenden Wässer zu enge, denn viele edlen Wässer sind nicht Mineralwässer zu nennen, wenigstens nicht mit grösserem Rechte, als manches gemeine Wasser.

---

*) Paracelsus nannte die Meteorwässer fallende Wässer.

**) In an extensive acceptation of the word, all waters, except rain water, might be named mineral..... but in a medical sense, the term is limited to those waters, which from their degree of impregnation, gaseous contents, or particular temperature are found to produce some remarkable effect on the human constitution. Scudamore.

Zu den edlen Wässer ist selbst das Meerwasser zu zählen, weil es Heiltugenden zeigt, die dem gemeinen, stoffarmen Wasser abgehen, welches nur die allgemeinen Tugenden des Wassers besitzt. Wenn es auch zu den gemeinen Wässern gezählt werden könnte, da es der räumlichen Ausdehnung nach das gemeinste aller Wässer der Erde ist, so ist es doch nicht so gemein, dass es im Gewöhnlichen so leicht zu Gebote steht und eine so allgemeine Benutzung gestattet, wie das andere gemeine Wasser der Erdoberfläche. Ich glaube nun verstanden zu werden, wenn ich von gemeinen und edlen Wässern spreche. Die gemeinen Wässer bilden keinen wesentlichen Gegensatz zu den edlen, weder hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen, noch hinsichtlich ihrer therapeutischen Eigenschaften, denn diese, die edlen, sind weniger der Qualität als der Quantität ihrer Eigenschaften wegen von jenen unterschieden. Bald sind die edlen Wässer wärmer als die gemeinen und heissen dann Thermen (θερμὰ ὕδατα von θερμός, warm, aquæ sponte calidæ) oder Thermalwässer, bald in ihren chemischen Eigenschaften ausgezeichnet, häufig ihrer Heilkräfte wegen benutzt.

§. 2. Wasser als überwiegender Bestandtheil der Mineralwässer.

„Soll Niemand das heylsam Bad ein Wasser nennen bei Straff 24 Pfennig."
Bade-Ordnung vom J. 1797.

Dem Raume nach ist Wasser nicht immer der stärkste Antheil eines Mineralwassers, da die Kohlensäure an Volumen nicht selten das Mehrfache des Wassers ist, aber es gibt keine Quelle (abgesehen von Oel- u. Schlammquellen) und kein Mineralwasser in seiner natürlichen Beschaffenheit, in dem nicht das Wasser dem Gewichte nach der vorwiegendste Bestandtheil wäre. Gleichwie keine allotropische Form des Wassers bekannt ist, so gibt es auch keine andere chemische Verbindung, als die von 2 Maasstheilen Wasserstoff auf 1 Maasstheil Sauerstoff, welche die Eigenschaften des Wassers hat. Doch, wie der Dichter das Wasser zu flüssigem Silber veredelt, so haben auch die Balneologen Heilwässer nicht immer mit ihrem richtigen Namen genannt. Man hat z. B. die Identität des wässerigen Antheiles des Gasteiner Thermalwassers mit chemischem Wasser bezweifelt und zwar auf Grund eines missverstandenen chemischen Versuches von Baumgartner, der bei der galvanischen Zersetzung der Gasteiner Therme 3 Theile Wasserstoff auf 1 Theil Sauerstoff erhalten haben soll; ein Versuch, der vor den Augen Kiene's wiederholt worden sein (*v. Vivenot Gastein 31) und den auch Hessler, Prof. der Physik zu Prag, wiederholt haben soll; der jedoch nirgendwo authentisch mitgetheilt worden zu sein scheint, aber wohl als unsicher angefochten worden ist; ein Versuch, der nach den Experimenten von Schultze, denen Kiene selbst beiwohnte, so wie nach denen von Tost und vom Chemiker Grassberger, welche alle die gewöhnliche Combination von 2 Vol. H auf 1 Vol. O herausstellten, unrichtig war, wofür er auch von Wolf angesehen wurde. Vgl. *Eble Gastein p. 7. Ebensowenig verhält sich das Gasteiner Wasser zu den andern Imponderabilien anders als reines Wasser, abgesehen von

kleinen Verschiedenheiten, welche von den darin gelösten Stoffen abhängen. Bei der Zersetzung des Thermalwassers von Plombières fand *Lefort zwar auch nicht genau 2 Vol. Wasserstoff auf 1 Vol. Sauerstoff, aber er bemerkt, dass der Sauerstoff beim Entstehen mehr als der Wasserstoff vom Wasser absorbirt werde, so dass etwas mehr Wasserstoff sichtbar wird. Leconte erhielt sogar bei der Zersetzung des Wassers von Enghien auf 15,6 C.C. *H* (irrthümlich heisst es Stickstoff im Referate) nur 2,3 C.C. *O*.

§. 3. Andere Bestandtheile der Mineralwässer.

Ueberhaupt verdanken die Mineralwässer die Verschiedenheiten ihrer Eigenschaften von denen des destillirten Wassers desselben Wärmegrades den gasigen, salzigen, oder salzbildungsfähigen Stoffen, welche sie enthalten und vorzugsweise denen, welche sie in Lösung halten. Mineralwässer sind aber von den gemeinen schlichten Wässern hinsichtlich ihrer Bestandtheile nicht sowohl qualitativ als quantitativ unterschieden, denn in diesen trifft man fast alle Stoffe wieder, welche in den Mineralwässern aufgefunden worden sind. Die gewöhnlichsten Bestandtheile der Mineralwässer kommen auch in den gemeinen Wässern am gewöhnlichsten vor, einige sogar zuweilen noch in grösserer Menge in diesen wie in jenen.

§. 4. Geschichtliches über die Analyse der Wässer. Reagentien u. Fällungsmittel. Zuverlässigkeit der jetzigen chemischen Analysen.

Laudamus veteres, sed nostris utimur annis. Ovid.

Nicht bloss wusste man im Alterthume aus Mineralwässern durch Verdampfung Salz, Nitrum u. Kupfervitriol zu bereiten, sondern man kannte auch die Bildung u. Ausscheidung von Ocker, Sinter u. Schwefel, unterschied süsse, bittere, salzigschmeckende Wässer, u. war nicht weit davon, das Vorhandensein von Schwefel aus dem Mattwerden des Glanzes der Metalle zu erkennen. Ueber Kochsalz, Alaun, Eisen, Kupfer, Schwefel, Erdharz belehrten die Sinne des Geschmacks oder des Geruchs, salpetersaures Salz wurde aber noch mit kohlensaurem Natron verwechselt. Ein Reagenzpapier kannte schon Plinius, denn er sagt irgendwo „Deprehenditur papyro, galla prius macerato, nigrescit enim statim aerugine (eisenhaltiger) illita.“ Der Gallapfel war aber wohl auch das einzige Reagens, was man hatte. Gleichwohl kannte man die Hauptklassen der Wässer ziemlich ebenso gut wie heutzutage. Denn bereits Hippokrates unterschied Eisen, Schwefel, Alaun, Asphalt, Natron, Salz als Hauptbestandtheile der M.W.. Zur Zeit von Paulus Aegineta war man aber in dieser Kenntniss auch nicht weiter gekommen; nach ihm sind unter den Thermen: *τὰ μὲν ἐπὶ νιτρώδη, τὰ δὲ ἁλμυρὰ, τὰ δὲ ςυπτηριωδὴ, τὰ δὲ Θειώδη, τὰ δὲ ἀσφαλτώδη, τὰ δὲ χαλκανθώδη* (vitriolata, später *χαλκίζοντα*, aerea genannt), *τὰ δὲ σιδηρίζοντα, τὰ δὲ σύνθετα.* I, c. 52.

Man begnügte sich mehrere Jahrhunderte hindurch mit diesen geringen Kenntnissen u. suchte höchstens in einem Mineralwasser das Vorherrschen des einen oder andern Stoffes vor den übrigen festzustellen. Als man zu destilliren anfing, wurden dann auch die Wässer der Feuerprobe unterworfen; so destillirte *Petrus de Tussignana (1336) das Wasser von Bormio. Cf. Geschichte der Balneol. 1863. *Guainer (gegen 1415) glaubte durch Verdunstung den Alaungehalt des Wassers von Acqui, welches auch viel Nitrum enthalten und Schwefel zurücklassen soll, erkennen zu können. „Pluries ex aquarum fontium balneorum sublimatione facta feces conspexi: quarum ut quantitatis comparationem faciam: tres partes salis continent, nitri

enam. aluminis parum, sulphuris vero quoad apparentiam ipsam, nam cum sale an nitro, cum quo symboleitatem maiorem habet, est commixtum. Et licet apparenter de eo nihil sit, tantus enim eius odor ut substantiam mineram illam sulfuream totam indicares. Unde eius pauca quantitas aliorum multam quantitatem vinceret in odore. Cives autem illi loquentes sensualiter nitrosam mineram istam a praedominio esse aiunt; et hoc ex nitro esse arguunt quod in fontis balnei parietibus adhaeret. Sed maximam illam conspexi, in quibus salis portio notabilis erat, plus tamen nitri est, quod ubi cetera sint paria, quidem sal nitrum facilius sublimatur. Cum ergo fons ille circum lapidibus involvatur, vapores ab illis elevati, quae parietibus adhaerent, pro maiori parte a nitro quam a sale resolvuntur. Nil itaque mirum si nitri quam salis quantitas sit maior, sed in fecibus per sublimationem derelictis maior salis erit quantitas." Wir haben hier also bereits eine Art quantitativer Bestimmung vor uns. Zuweilen geschahen nun solche Untersuchungen der Quellen, noch häufiger aber setzte man an die Stelle der Forschung die Behauptung. Einer allgemeinen Ansicht zufolge sollten in den Mineralquellen Metalle aufgelöst sein, z. B. nach der Meinung von Roch le Baillif (1577) Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Zinn, oder das Wasser selbst sollte gewissermaassen ein flüssiges Metall sein, wie Paracelsus glaubte, mit der Kraft des Silbers etc.. Wenn Paracelsus dem W. des Wildbades Arsenik u. Merkur zuschrieb, so ist dies gleichfalls potentialiter zu verstehen. Der Alchymist Thurneisser (geb. 1530) meinte, die Mineral-Wässer enthielten weniger ein körperliches Salz als den Geist des Salzes, ebenso kein wirkliches Metall, sondern nur den Geist desselben, ein nicht fertiges, noch nicht ganz coagulirtes, mit Feuchtigkeit verbundenes u. daher noch lösliches Metall, oder nur die Kraft der Metalle, wie z. B. das W. von Pfeffers die Kräfte von Gold, Kupfer, Eisen, Schwefel u. Salpeter. Aus der Farbe des Wassers lässt sich schon auf seinen Gehalt von Merkur, Silber, Schwefel etc. schliessen. Die Sauerwässer haben ihre Säure von den Mineralien (Vitriol, Salpeter, Alaun, Schwefel). Dem Schwefel zählt er viele Mineralien, unter andern Bitumen, Eisen, Kalkstein zu; dagegen unter Merkur auch Silber, Blei, Zinn etc. gerechnet werden.

Thurneisser hat auch von einer sehr grossen Zahl von Wässern eine Art Analyse gemacht. Er verfuhr dabei wie folgt. Zuerst destillirte er ab, bis das Uebergegangene salzig wurde. Das bis dahin Uebergehende war das „Wildtwasser". Es soll dies z. B. 15 Maass von 24 Maass betragen haben. Das Zurückgebliebene wurde nun als Mineralgehalt, also hier als 9 Theile, in Rechnung gebracht, u. dabei kein W. mehr abgerechnet. Nach der völligen Eindampfung löste er den Rückstand u. liess an eingelegten Strohhalmen die Salze ankrystallisiren. Diese Salze wurden nun ihrer Natur nach erprobt, durch Verbrennen, Auflösen u. derartige einfache Operationen. Er schloss daraus, wie viel Salz, Vitriol, Salpeter darunter war u. berechnete, wie viel Theile von jedem im W. waren. So fand er z. B. dass die Mensur Pfefferser W. enthielt 3 Theile Magnet, 4 Gold, 4 Kupfer, 2 Schwefel, 11 Wildwasser, das W. von Töplitz 1 Th. Eisen, 2 Th. Bitumen, 3 Th. Marchasit u. ein Weniges von Kalk, das von Aachen 1 Th. Blei, 1 Th. Lasur, 2 Th. Alaun, 2 Th. Vitriol, 3 Th. Schwefel, das von Plombieres, was er mehr als Einmal probirt hat, 5 Th. Blei, 2 Th. Schwefel, 2 Th. Nitrum, 1 Th. Alaun, das Rheinwasser 1 Th. Alaun u. 2 Schwefel. Man sieht aus diesen Beispielen, welche absonderlichen Begriffe selbst ein geschickter Alchymist über die chemische Zusammensetzung der M.W. hatte.

In den italienischen balneologischen Schriften des 16. Jahrhunderts werden zwar die Kennzeichen, woraus man auf den Gehalt an bestimmten Mineralien schliessen könne, besprochen, doch nimmt sich dabei die chemische Analyse eben so dürftig aus wie in den deutschen Badeschriften. Man schlage nur das gelehrte Werk von Baccius (besonders l. II. c. 3) nach. Es zeigt sich übrigens, dass Dieser auch mit dem Abdampfen u. Filtriren vertraut war. Eine chemische Quellenmonographie: *Barth. Marantae Venusini med. de aquae Neapoli scatur. metallica nat. 1559, über 2 dortige Sauerwässer, ist sehr inhaltsarm. Die damaligen Aerzte waren zuweilen ernstlich bestrebt, die Bestandtheile einzelner M.W. zu erforschen. So wurde z. B. das Rippoldsauer Sauerwasser in den J. 1577 u. 1589 chemisch untersucht. Diese Untersuchungen brachten aber meistens nichts Richtiges heraus.

Am wenigsten wusste man sich über die flüchtigen Geister Rechenschaft zu geben; man hatte noch nicht gelernt „sie an die Wage zu hencken“.

Bei Libavius (1597) merkt man einen Fortschritt in der Analyse; er wog den Salzrückstand, den eine gewisse Menge des W. gab (Opp. II. De judicio aquarum). Er unterlässt es nicht, über die Unzuverlässigkeit der Aussprüche der Chemie zu klagen: „Vix duo reperias, qui suo experimento, non alius effato fulti, in eadem aqua dijudicanda consentiant, quomodo evenire in Balneis Aponi patavini videas, de quibus Montagnana, Savonarola, Dandins Fallopius, et alii, quisquis diversum ab alio statuit; et corrigit Montagnanam cum Savonarola Fallopius; qui rursus castigatur censura Baccii; omnes pro sua audacia visus est carpsisse Paracelsus, post quem Tabernomontanus (sic) paucis pepercit.“ Van Helmont richtete seine Aufmerksamkeit auf das Gas der Sauerwässer u. nannte es gas sylvestre. Boyle (1663) benutzte zur Prüfung der M.W. Englands den Violensyrup, das Brasilholz u. die Cochenille als Reagentien, wohl auch den Silbersalpeter als Reagens auf Chlor. Duclos (1667) erkannte den Gehalt des Meerwassers an Bittersalz u. dampfte eine Menge französischer M.W. ein, um die Menge des Salzrückstandes zu bestimmen. Seine Bestimmungen sind noch sehr brauchbar. Bei ihm findet sich auch der Gebrauch des Vergrösserungsglases zum Erkennen der Salze, dann Galläpfelaufguss, Eisenvitriol u. Lakmustinktur als Reagentien. Man benutzte ausserdem den Magneten zum Erkennen des Eisens im Salzrückstande. Im Anfange des 17. Jahrhunderts erkannte man das Epsomer Salz als ein eigenes, u. unterschied es im J. 1656 vom Glaubersalze. Das kohlensaure Natron wurde im J. 1683 näher bekannt. Fouet unterschied in seiner Monographie über Vichy (1679) den Salpeter u. das Nitrum der Alten (kohlens. Natron). In die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts fallen schon die vielen Versuche, M.W. künstlich nachzubilden; die im 18. Jahrhunderte, besonders nachdem man gegen 1750 die Natur der Kohlensäure näher erforscht hatte, unausgesetzt die Aufmerksamkeit rege hielten. Cf. Gesch. der Balneol. 224. Lister (1682) erkannte den Kalk in einigen Quellen Englands. Grew (1696) beschäftigte sich mit dem Bittersalze. Wallerius führte 1697 neue Reagentien zur qualitativen Analyse ein. Regis u. Didier (1699) gaben die Malventinktur als Reagens an. Im 18. Jahrhunderte schritt die Chemie rüstig fort, man entdeckte Chlorcalcium (1752), salpetersauren Kalk (1756), Chlormagnesium (1759). James (1747) erkannte das Alkali der W. von Karlsbad, Selters u. Ems. Besonders trug aber F. Hoffmann in Deutschland viel zur bessern Kenntniss der M.W. bei. Ein chemisches System hat bereits F. A. Cartheuser in den Rudimenta hydrolog. system. 1758 aufgestellt, insoweit es damals möglich war. Nach u. nach ging man nun zu vollständigern Analysen über; jedoch sind die gegen den Anfang des 19. Jahrhunderts angestellten noch sehr dürftig u. beschränken sich meistens auf wenige Bestandtheile. Erst im 3. Jahrzehnd erlangen jene eine gewisse Vollständigkeit, besonders nachdem man Berzelius als Führer hatte. Von da an stand die quantitative Analyse auf einem sichern Boden.

Die Ansichten von Paracelsus u. Tabernämontanus über die chemische Beschaffenheit der M.W. erscheinen uns jetzt als baarer Unsinn, selbst die Ansichten der Gelehrten des 17. u. 18. Jahrhunderts haben in dieser Hinsicht fast keinen Werth mehr. Ja die noch kurz vor 1830 ausgeführten Analysen erfüllen im Allgemeinen die Erfordernisse, welche man heutigen Tages an eine M.W.-Untersuchung stellt, nur zum kleinsten Theile u. je entlegener vom heutigen Datum die Analysen sind, um so weniger brauchbar sind sie.

Werden wir uns nun schmeicheln dürfen, dass die Analysen des letzten Decenniums nach 10—20 oder gar 30 Jahren noch als vollständige gelten werden? Gewiss nicht. Denken wir nur daran zurück, wie mancher Stoff in den letzten Jahrzehnden in den Wässern gefunden wurde, den früher Niemand darin vermuthete, wie manche Methode der quantitativen Bestimmung sich als mangelhaft herausgestellt hat. Wie gross auch die Fortschritte der Chemie im Allgemeinen sind, so können wir doch erwarten, dass es in der nächsten Zeit an neuen Stoffen u. neuen Methoden für die M.W.-Analysen nicht fehlen wird u. dass unsere hydrochemischen Kenntnisse noch vielfache Erweiterung u. Abänderung erfahren werden.

Weil aber unsere jetzigen Untersuchungen auf genauen Beobachtungen u. Versuchen beruhen, so ist in ihnen jedenfalls ein Schatz von Thatsachen gewonnen, der für alle Zeiten Werth haben wird. Wenn in frühern Jahrhunderten die Ansich-

ten über die chemische Beschaffenheit der W. so schnell wechselten, so lag dies daran, dass man auf den Boden der Vermuthungen nicht auf den der sinnlichen Thatsachen gebaut hatte. Es darf uns jener schnelle Wechsel der Ansichten darum nicht entmuthigen, den von guten Chemikern ausgeführten Analysen Vertrauen zu schenken. Wenn wir auch die volle Helle der Wahrheit noch nicht ganz erreicht haben, so sind wir ihr doch so nahe gekommen, dass ihr Licht unsere praktischen Wege erleuchtet u. dass wir die Gewissheit haben, immer näher an sie heranzukommen.

Spektralanalyse. Die neueste Zeit hat uns in den Eigenthümlichkeiten des Spektrums, welche das Flammenlicht je nach den in ihm glühenden und verbrennenden Substanzen gibt, ein Mittel an die Hand gegeben, um unglaublich kleine Mengen gewisser Stoffe mit Sicherheit nachzuweisen. So verräth z. B. ein 4 Milligramm schwerer Tropfen eines Wassers, welches nur 0,5 Theile Chlorrubidium oder nur 0,125 Chlorcäsium auf 10000 Theile Wasser enthält, die Gegenwart dieser Stoffe im Spektralapparate *).

Die Reagentien zur qualitativen Analyse der M.W. hier aufzuzählen, wäre unnütz. Ueber einzelne derselben wird bei der Besprechung der Bestandtheile der M.W. die eine oder andere Bemerkung gemacht werden. Ebensowenig würde es am Orte sein, diejenigen Mittel namhaft zu machen, die zur quantitativen Bestimmung der M.W.-Ingredientien dienen, oder gar eine Anleitung zur chemischen Analyse von M.Wässern zu geben. Chemiker würden damit nicht belehrt werden u. Aerzte nur eine sehr mangelhafte Kenntniss des zweckmässigen Ganges einer Analyse erhalten. Jene können ausser den bekannten Werken von Fresenius u. A. mit Nutzen auch ein paar jüngst in Frankreich erschienene Schriften berathen, nämlich:

*Ossian Henry p. et O. Henry f. Traité pratique d'analyse chimique des eaux minér., potables et économiques etc. Avec 131 fig. 662 p. Paris 1858. Diese Mineralwasser-Chemie behandelt wohl zu weitläufig die Eigenschaften der Substanzen, die Geschichte ihrer Entdeckung u. die Reindarstellung der Reagentien.

*J. Lefort Traité de chimie hydrologique. Avec fig.. 624 p. 1859.

Ich werde in den folgenden Bogen öfters Gelegenheit haben, diese mehr für den Fachmann geschriebenen Werke zu benutzen.

Der Zweck meiner Schrift ist es, weniger die Methoden anzugeben, nach denen der Chemiker arbeitet (was nur in einigen Fällen, beim Jod u. Schwefel z. B. etwas genauer geschehen soll), als die Resultate der M.W.-Chemie dem Leser vorzuführen, was in der ersten Auflage derselben wohl schon vollständiger geschah, als in den genannten Büchern. Die gewöhnlichen chemischen Vorbegriffe über die besprochenen Einzelstoffe voraussetzend, gebe ich kurz die Aequivalentgewichts-Zahl u. bei zusammengesetzten Stoffen die Zusammensetzung an, dann das Vorkommen ausser u. in den Wässern, ferner, die Löslichkeitsverhältnisse u. die Zersetzungen, die sie von andern Stoffen erfahren u. suche den Eintritt ins W. u. bei mehreren derselben auch den Austritt aus dem W. zu erklären. Daran schliessen sich dann andere Ergebnisse mehr allgemeinen Inhaltes.

§. 5. Beurtheilung der Wässer durch Geruch, Geschmack u. Gefühl.

Investigationis duplex est via: altera quidem
quae tota sensuum testimonio inhaeret. Baccius.

Unsere chemischen Sinne müssen im Allgemeinen gegen den Nachweis, den uns die Reagentien geben, zurückstehen. Wäre der Geschmack

*) Thurneisser kannte übrigens schon Etwas von der Spektralanalyse (freilich ohne Anwendung des Prismas) u. hat in 36 Versen die Farben angegeben, welche man beim Brennen der Mineralien erhält. Lasur gebe, sagte er, eine blaue, Kobolt eine schwarze, Arsenik eine gelbe, Bergroth u. Vitriol eine rothe, Zinn eine weisse, Gold eine violettblaue Flamme.

Der Regenbogen zeigt das Goldt,
Weiss, gelb, grien, braun, für Kupffer holdt.
Schwarz, tunckel, gelb, graw, so ists Bley
Grien, roth, blaw, glassertz conterfey.

für die kleinen Antheile von Salzen und Gasen, welche die gewöhnlichen Trinkwässer zu enthalten pflegen, sehr empfänglich, so würden wir oft in Verlegenheit kommen unsern Durst zu löschen. Uebrigens lassen sich diejenigen Stoffe, welche auf unsern Organismus heftig oder gar schädlich einwirken, z. B. Eisensalze, Kupfersalze, freie Mineral-Säuren, gewöhnlich durch den Geschmack wahrnehmen, wenn sie auch nur in einer Menge vorhanden, die noch kein Uebel anrichten kann. Schon 0,1 Theil wasserfreier Schwefelsäure in 10000 W. schmeckt noch schwach säuerlich (*Valentin). Der Geschmack der Eisensalze ist von einem eigenen Gefühle im Geschmacksorgane begleitet, dessen Intensität sich nicht grade nach der Löslichkeit der Verbindung zu richten scheint. Es ist dies das Gefühl der Zusammenziehung, wovon die Ursache vielleicht in einer Verengung der Capillaren liegt. Selbst völlig oxydirtes Eisen ist nicht ganz ohne styptischen Geschmack, wie dies zum Beweise der Auflöslichkeit desselben in unsern Säften *C. Mönch anführt. Lösungen von 4,51 Eisenvitriol, 3,25 essigs. Eisen. 2,86 Chloreisen, 1,95 milchsaurem oder 1 weinsteinsaurem Eisen (in 10000) schmecken noch adstringirend. Selbst schwächere Lösungen von kohlensaurem Eisen haben noch deutlich diesen Geschmack. Saunders (1808) hat Beobachtungen über den Eisengeschmack mitgetheilt, welche *Brandis in Bezug auf das Driburger Wasser wiederholt und völlig bestätigt gefunden hat. 1. Wärme erhöht den Eisengeschmack eines Mineralwassers sehr beträchtlich. wie sie dies wohl mit den meisten schmeckbaren Substanzen thut. Das Badwasser schmeckt sehr eisenhaltig, so lange es warm ist, obschon es nur sehr wenig Eisen enthält; so wie es aber erkaltet und noch ehe etwas Eisen niederfällt, hat es diesen Geschmack gänzlich (?) verloren. Dieselben Versuche machte Saunders mit künstlichen Eisenwässern und der Erfolg war immer derselbe. Auch das Driburger Wasser schmeckt erwärmt sehr viel eisenhaltiger als wie es von der Quelle kommt. 2. Je mehr überflüssige CO^2 im Mineralwasser ist, desto weniger schmeckt es nach Eisen, wenn es auch eine beträchtliche Menge davon aufgelöst hat, und erst dann, wenn eine gewisse Menge Gase entwichen ist, wird der Geschmack des Eisens deutlicher. Aus beiden Ursachen, meint Brandis, schmecke das Driburger Wasser weniger nach Eisen als das Pyrmonter oder Spaa'er Wasser, obschon es mehr Eisen enthalte. 3. In CO^2 aufgelöstes Eisen schmeckt jedoch stärker als eine gleiche Menge Eisen in anderer Verbindung, wie Saunders durch Vergleichung des Tunbridger Wassers und künstlich bereiteter Eisenwässer fand. Brandis bestätigte dies durch folgenden Versuch. Er löste bis zu 9 gr. Eisenvitriol in 1 Pfunde Wasser (also 11,7 in 10000) auf, und fand den Geschmack dieser Auflösung noch nicht so eisenartig wie den des frischen Driburger Wassers; ja selbst 12 gr. gaben nicht den Geschmack. den das erwärmte Wasser hatte. Im Eisengehalte stehen 9 Gran wasserhaltigen Eisenvitriols mit 3,7 Granen einfach kohlensaurem Eisen fast gleich (11,7 mit 4,8). Im Eisengehalte steht aber das Driburger Wasser nach den neuern Bestimmungen nur zu 0,49—1,01 kohlensaurem Eisen in 10000 angeschrieben (nach den ältern ungenauen Analysen höchstens zu 2,9); es enthält also sicher weniger Eisen als jene Vitriollösung.

Für die meisten unschädlichen oder unserm Organismus sogar nothwendigen Salze ist unsere Zunge dagegen sehr wenig empfindlich. Eine

Lösung von 23,4 Kochsalz in 10000 schmeckte Valentin kaum noch salzig. Doch wird wohl Jeder an einem Mineralwasser, das wie die Aachener Kaiserquelle 26,9 Kochsalz (neben 4,4 Sulfaten, 8,6 Carbonaten) enthält, den Salzgeschmack nicht verkennen. Für Chlorcalcium, Chlormagnesium und Gyps wäre vielleicht ein stärkeres Zeugniss des Geschmacksorganes zu wünschen. Sonderbar ist die grosse Empfänglichkeit desselben für Magnesia-Salze und für Nitrate.

Gewisse organische Beimengungen, die im Allgemeinen auch dem Wasser schädliche Eigenschaften mittheilen, widerstreben unserm Gaumen besonders.

Eines der feinsten chemischen Reagentien, welche uns zur Explorirung der Beschaffenheit eines Wassers zu Gebote stehen, ist die Nase, auf welche die Ausdünstungen gewisser Wässer merklich einwirken. Wie weit die Empfänglichkeit für Gerüche geht, sehen wir daraus, dass eine Luftmischung mit 0,003 Milliontel Brom noch schwach, eine mit 2,6 Milliontel stark nach Brom roch, dass eine Luftmischung mit 0,6—3 Milliontel Schwefelwasserstoff (*SH*) ein wenig roch, dass aber 0,011 Grmm. *SH* genügten, um eine Flasche, die Raum für fast 1 Kilogr. Wasser hatte, mit einem durchdringenden Geruche nach faulen Eiern zu erfüllen (*Valentin). 0,08 Gewichtstheil *SH* soll 10000 Theilen Wasser einen kaum merkbaren Geruch mittheilen (*Buchner); aber diese Spürkraft des Geruchs für *SH* ist sicher viel stärker, da das Aachener Wasser mit 0,07—0,1 Schwefelnatrium stark nach Schwefel riecht und selbst viele Wässer, in denen sogar das Bleisalz — das doch 0,002—0,01 *S* in 10000 Wasser zu entdecken vermag — nichts anzeigt, noch einen schwachen Schwefelgeruch darbieten.

Wenn nun Geschmack und Geruch von einem gesunden Wasser nicht merklich angesprochen werden dürfen, wie Plinius bemerkt, so sind es eben diese Sinne, welche die mineralischen Wässer zuerst von gemeinen Wässern unterschieden haben. *) Doch gibt es auch Wässer von anerkanntem Rufe, die wie destillirtes Wasser geschmacklos sind. Nicht selten verrathen sie aber dann doch einen eigenen Riechstoff.

Weniger als Geschmack und Geruch belehrt uns das Gefühl über die chemischen Eigenthümlichkeiten der Wässer. Alkalien (alkalische Silikate, Schwefelnatrium) und gewisse organische Materien verleihen denselben etwas Sanftes, eine Fettigkeit beim Anfühlen. »Vom Ammoniakgehalte rührt die von dem reinen destillirten Wasser so verschiedene Beschaffenheit in der Benässung der Haut, sogenannte Weichheit des Regenwassers her; es ist darin enthalten als kohlensaures Ammoniak.« Liebig 1862. Man sagt, die sehr heissen Schwefelwässer der Pyrenäen fühlten sich im Allgemeinen nicht fettig an, und es seien die von gemässigter Wärme fettiger. Besonders ausgezeichnet durch fettes Anfühlen sei die Quelle Lupia zu Molitg. Als besonders dem Hautgefühle schmeichelnd werden einige nicht geschwefelte stoff-

*) In frühern Zeiten schrieb man alle Gerüche vorzugsweise dem Schwefel zu, wohl vorzugsweise deshalb, weil man sah, dass aus Wässern mit starkem Geruch Schwefel abgesondert wurde. „Ubi sulphur ibi odor et ubicunque odor ibi sulphur"; *Wedel Physiol. reform.

arme Wässer von mässiger Wärme (z. B. Gastein, Schlangenbad) gerühmt; doch pflegen die meisten Badeärzte von den Wässern, woran sie fungiren, mit Martial zu sagen: »Nullæ sic tibi blandientur undæ«, selbst wenn ein grosser Kalk- oder Salzgehalt dieselben nichts weniger als sanft für die Haut machen sollte.

§. 6. Aequivalente der in den Wässern vorkommenden unorganischen Stoffe *).

Zeichen.			
H	Wasserstoff	1	
O	Sauerstoff	8	
N	Stickstoff	14	
C	Kohlenstoff	6	
—			
Al	Aluminium	13,75	
$Al^2 O^3$	Thonerde	51,26	(darin 27,26 Thonerde)
NH^4O	Ammoniumoxyd	26	
As	Arsen	75	
$As O^3$	Arsenige Säure	99	(darin 75 Arsen)
$As O^5$	Arsenik-Säure	115	(darin 75 Arsen)
Ba	Baryum	68,5	
Ba O	Baryt	76,59	(darin 68.59 Baryum)
B	Boron	11	
BO^3	Borsäure	35	(darin 11 Boron)
Br	Brom	80	
Ca	Calcium	20	
Ca O	Kalk	28	(darin 20 Calcium)
Cl	Chlor	35,46	
Cl H	Chlorwasserstoff	36,46	
Fe	Eisen	28	
Fe O	Eisenoxydul	36	(darin 28 Eisen)
$Fe^2 O^3$	Eisenoxyd	80	(darin 56 Eisen)
Fl	Fluor	19	
J	Jod	127	
K	Kalium	39,11	
KO	Kali	47,11	
$Si O^2$	Kieselsäure	30	
Co	Kobalt	29,5	
Co O	Kobaltoxydul	37,5	
$Co^2 O^3$	Kobaltoxyd	83	
CO^2	Kohlensäure	22	
Li	Lithium	7	
Li O	Lithion	15	
Mg	Magnesium	12	
Mg O	Magnesia	20	
Mn	Mangan	27,5	
Mn O	Manganoxydul	35,5	
$Mn^2 O^3$	Manganoxyd	79	(darin 55 Mangan)
Na	Natrium	23	
Na O	Natron	31	
Ni	Nickel	29,5	
Ni O	Nickeloxydul	37,5	

*) Nach Fresenius Anleitung zur quant. chem. Analyse; 1863. Es sind hier die Wasserstoffäquivalente gemeint.

Zeichen			
P	Phosphor	31	
PO^5	Phosphorsäure	71	
NO^5	Salpetersäure	54	
S	Schwefel	16	
SO^3	Schwefelsäure	40	
Si	Silicium	14	(für Diejenigen, welche die Kieselsäure zu $Si\,O^3$ annehmen, 21)
Sr	Strontium	43,75	
Sr O	Strontian	51,75	

§. 7. Verbindung der Bestandtheile untereinander.

Nos non Judicis, sed Indicis personam sustinemus. Baco.

Der Chemiker erhält die Resultate seiner Analyse durch Messen oder Abwägen der frei gemachten oder der an gewisse andere Körper künstlich gebundenen Stoffe. Er berechnet daraus, wie viel von den gefundenen Bestandtheilen in einer gewissen Menge vom Wasser vorhanden ist. Diese Bestandtheile haben meistens die Fähigkeit mit andern im Wasser vorhandenen sich zu Salzen zu verbinden und sind in diesen Verbindungen häufiger, als isolirt von der Natur und von der Kunst dargestellt. Darum und weil viele dieser Stoffe in Salzform dem Wasser zugeführt werden, glaubten auch die Chemiker aus den gefundenen Bestandtheilen nach Umständen und Möglichkeit diese oder jene Salze combiniren zu müssen. Sie stützen sich dabei vorzüglich auf den Gegensatz von Säuren und Basen, die in der Verbindung zu Salzen einen Theil ihrer Eigenschaften ablegen. Wo nur Eine Säure (oder ein säurevertretender Stoff) und Eine Basis vorhanden ist, wird Niemand Anstoss daran nehmen, wenn jene mit dieser in Verbindung gebracht wird. Wo mehrere Säuren und mehrere Basen vorhanden sind, entsteht aber leicht ein Zwiespalt der Meinungen, da es an einer allgemein angenommenen Regel darüber fehlt, wie die Verbindungen gedacht werden sollen.

Am richtigsten wäre nun wohl ohne Zweifel die Theorie, dass jede Säure und jeder Salzbildner mit jeder salzfähigen Basis, sei es nun ihren Mengen entsprechend, oder je nach ihren Verwandtschaftsgrössen, in chemischer Wechselwirkung stehe. Da aber die Zahl der Bestandtheile der Mineralwässer gewöhnlich nicht unter 10, häufig grösser ist, so würde, wenn auch die Quoten der zu vertheilenden Mengen der Bestandtheile keinem Zweifel unterlägen, doch die Ausführung dieses Planes fast zu den Unmöglichkeiten gehören, da eine so grosse Zahl von Salzen sich herausstellen würde, dass man vor Bäumen den Wald nicht sähe.

Um eine Uebersicht über die vorhandenen Salze zu gewinnen, ist man darum gezwungen, eine einfachere Gruppirung der Bestandtheile auf hypothetischem Boden auszuführen. Bei dieser Gruppirung muss man natürlicher Weise nach einem Grundsatze verfahren. Aber die dabei von den Chemikern angewandten Grundsätze weichen von einander ab.

Am einfachsten ist die Ansicht, dass diejenigen Stoffe, welche in gleichen oder ähnlichen Mengen, d. h. nach chemischer Anschauung in entsprechenden oder fast entsprechenden Aequivalentwerthen vorhanden sind,

auch einander angehören. Man verbindet demzufolge das Chlor mit dem Natrium, insoweit als es möglich ist, wenn beide in überwiegender Menge vorhanden sind. Man denkt sich, dass Chlorkalium vorhanden sein müsse, wenn der Werth des Chlors dem vom Kalium stöchiometrisch genau entspricht, dass ein auch sonst bekanntes Doppelsalz da sei, wenn dafür die elementaren Werthe ausreichen. Diese auf quantitativer Berechnung der Aequivalentwerthe der vorhandenen Einzelstoffe beruhende Ansicht ist in den Angaben der Resultate der Analyse gewöhnlich nur bei einzelnen Salzen durchgeführt, wäre aber einer grössern Durchbildung fähig. Sie ist nicht ohne hypothetischen Zusammenhang mit der Meinung, dass das Mineralwasser gewisse Salze fertig gebildet aufnehme und dass diese Salze auch nach der Lösung bestehen blieben. Das Aufsuchen der ursprünglich dem Wasser dargebotenen Salze ist aber z. B. möglich durch stöchiometrische Berechnung der vom Wasser ausgelangten Materialien selbst. Auch diese genetische Combinationsweise hat jedoch wie die äquivalentäre wenig Anhänger. Die meisten Chemiker haben sich vielmehr bemüht zu erfahren, nicht in welchen Verbindungen die Salze vom Wasser gefunden wurden, sondern welche Verbindungen sie der Theorie nach oder in der That behaupteten. Man glaubte der Natur auf dem Felde der Thatsache auf die Spur zu kommen, wenn man auf die Verbindungen achtete, die das Mineralwasser abgab, wenn es einen möglichst geringen Anlass dazu fand, z. B. wenn man es ganz gelinde abdampfte (Kölreuter) oder wenn man ihm Weingeist zusetzte. Man nahm dann wohl das Mikroskop zu Hülfe, um aus den Krystallformen die ausgeschiedenen Salze zu erspähen. In andern Fällen suchte man durch einen heftigern Eingriff in sein innerstes Wesen, durch galvanische Ströme, dem Mineralwasser ein Geständniss zu entlocken. Jedoch weder die heftigen Versuchungen, noch die Schmeicheleien, die dem Mineralwasser geboten wurden, haben etwas Anderes genutzt, als zu sehen, was für Verbindungen aus dem zerstörten Mineralwasser hervorgehen können. Sie geben nur über den Löslichkeitsgrad gewisser Verbindungen Aufschluss, nicht über das Vorhandensein dieser Verbindungen als gewisse Salze. Die neuern Chemiker läugnen dies auch nicht und sind auf theoretischem Wege nach Probabilitäts-Gründen verfahren.

Einige von ihnen glauben, dass die Grösse der Löslichkeit der Salze maassgebend sei. Sie bringen die Bestandtheile zu solchen Salzen zunächst zusammen, die am löslichsten sind, dann combiniren sie die unlöslicheren, endlich die kaum oder gar nicht in Wasser löslichen. Der Grad der Löslichkeit für gewisse Stoffe ist aber jedesmal ein anderer, wenn man reines Wasser oder mit Kohlensäure beladenes oder gewisse Salze enthaltendes Wasser als Lösungsmittel nimmt. Also wird die Durchführung dieser Combinationsweise oft zweifelhaft. Zudem bleiben immerhin schwerlösliche Salze am Ende übrig. Die Lösungsfähigkeit zum Maassstabe zu nehmen, bei Stoffen, die faktisch alle gelöst sind, hat überhaupt keinen Grund. Fast im graden Gegensatze zu der besprochenen Methode steht auch diejenige, welche die Verwandtschaftsgrösse der Stoffe zu einander berücksichtigt. Fast Alles, was für die Vorzüge der Combinationen nach Verwandtschaften spricht, streitet gegen die Combinationen nach Löslichkeitsfähigkeiten.

Im Allgemeinen haben die Analytiker der letzten Jahrzehnde es für richtig gehalten, die gefundenen Säuren, Salzbildner und Basen nach dem Grade ihrer grössern oder geringern Verwandtschaft miteinander zu zwei und zwei zu combiniren, so dass man sich die stärkste Säure mit der stärksten Basis zuerst vereinigt denkt, dann den übrig bleibenden Antheil einer derselben mit einem zunächst an Stärke stehenden, chemisch im Gegensatz befindlichen Stoffe verknüpft vorstellt und so immer weiter bis zuletzt die schwächste Säure der schwächsten Basis anheimfällt.

Die hier zu Grunde gelegte Theorie hat gewiss Vieles für sich, besonders dies, dass die Anzahl der Combinationen möglichst klein wird, weil von je zwei zu combinirenden Stoffen immer der eine ausfällt, und höchstens einer überschüssig bleibt.

Der Hauptmangel derselben liegt darin, dass die Verwandtschaftsgrade nicht gehörig feststehen und nach Umständen wechseln. Erstens wechselt der Grad der Verwandtschaft nach den Temperaturgraden; eine flüchtigere, sonst stärkere Säure kann z. B. in der Wärme eine geringere Verwandtschaft zu einer Basis zeigen, als eine schwächere, fixere. Es ist aber auch bei fixern Säuren bekannt, dass je nach dem Grade der Wärme aus demselben Salzgemenge verschiedene Salze durch Abdampfen herauskrystallisiren. Es liesse sich hier für den Arzt dennoch eine Uebereinstimmung herbeiführen, indem man nicht die Verwandtschaftsgrössen annähme, wie sie bei der Quellwärme sich thätig zeigen, sondern nur derjenigen Temperatur entsprechend, in welcher sie zur Anwendung kommen, d. h. der Magenwärme, beurtheilte. Liesse sich nur die Verwandtschaft bei dieser Temperatur bestimmen, so wäre ein Ausweg gefunden.

Ein Hauptmerkmal hat man bei der Bestimmung der Verwandtschaftsgrösse überhaupt, nämlich die Auswechslung des einen Bestandtheils in einer Verbindung durch einen zweiten. Man nimmt mit Recht an, dass der eintretende Theil eine grössere Verwandtschaft habe, als der austretende. Die Verwandtschaftsgrösse wechselt aber nach der Natur des Stoffes, womit der andere Theil eine Verbindung eingehen soll, z. B. nach der Natur der Säure bei den Basen. Für die Schwefelsäure ordnen sich die Oxyde von der Basis mit der grössten Verwandtschaft anzufangen, wie folgt: Baryt, Strontian, Kali oder Natron, Kalk, Ammoniak oder Magnesia, für Salpetersäure, Salzsäure, Jod- und Schwefelwasserstoffsäure dagegen so: Kali oder Natron, Baryt oder Strontian oder Kalk; für andere Säuren wieder anders. Wo also Schwefelsäure und Salzsäure zugleich vorhanden sind, ist darum kaum möglich zu entscheiden, welcher von beiden z. B. Baryt oder Strontian angehören soll. Für einige Oxyde Kali und Natron ist es schwer zu sagen, welche die stärkere Basis ist, obwohl im Allgemeinen Kali als die stärkere gilt. Auch Ammoniak und Magnesia streiten um den Vorrang, da sowohl Ammoniaksalze durch Magnesia als Magnesiasalze durch Ammoniak theilweise zersetzt werden können, indem sich ein Doppelsalz bildet. Ueberhaupt dürfte die Bildung von löslichen Doppelsalzen zweier Basen mit einer Säure als eine Gleichberechtigung beider hinsichtlich dieser zu betrachten sein. Natron und Kalk ebenso wie Natron und Magnesia, Thonerde und Eisen, Kali und Magnesia u. s. w. bilden mit der Schwefelsäure; Natron- und Kalisalze über-

haupt mit den auflöslichen Salzen von Kalk derselben Ordnung leicht lösliche Doppelsalze. Viele solcher Doppelsalze sind bekannt, gewiss ebenso viele noch nicht. *) Soll man nun in den Mineralwässern solche Doppelsalze annehmen, etwa weil diese daraus durch Abdunstung gewonnen werden können? Ginge man darauf ein, so wäre einer grenzenlosen Verwirrung durch eine Unzahl möglicher Combinationen Spielraum gestattet. In den Analysen einzelner Wässer findet man solche Verbindungen, namentlich bei der Thonerde und beim Fluor, aufgestellt. Die Doppelsalze sind meistens löslicher als die in ihnen vereinigt gedachten Einzelsalze im neutralen Zustande. Die grössere Löslichkeit eines Salzes spricht im Allgemeinen aber für eine geringere Verwandtschaft der Bestandtheile.

Kein Gesetz hat in der Lehre von der chemischen Verwandtschaft mehr Gültigkeit als dies, dass die Bestandtheile mit um so grösserer Kraft sich miteinander zu verbinden streben als die Verbindungen, welche daraus entstehen sollen, unlöslicher sind. Wo also zweifelhaft ist, welche Combination ihrer Verwandtschaft nach vorgeht, ist dies aus dem Grade der Unlöslichkeit (und zwar für den Arzt bei 37°) zu entnehmen.

Wir begegnen hier aber wieder der Schwierigkeit, dass ein Salz bei einer Temperatur löslicher, bei einer andern unlöslicher, als ein zweites ist, z. B. ist schwefelsaures Natron bei der Blutwärme wahrscheinlich löslicher als schwefelsaure Magnesia, wogegen es bei den meisten höhern und niedereren Temperaturen unlöslicher ist. Es ist also richtiger, schwefelsaure Magnesia und Chlornatrium in einem Wasser anzunehmen, als die beiden löslicheren Salze Chlormagnesium und schwefelsaures Natron. Es ist der Verwandtschafts-Theorie gemässer kohlensaure Magnesia und schwefelsaures Natron anzunehmen, als kohlensaures Natron und schwefelsaure Magnesia, weil die überwiegend kleinere Löslichkeit des Magnesiacarbonates im Vergleich zum Natroncarbonat hier bei geringer Differenz der Löslichkeit des Magnesia- und Natronsulfates den Ausschlag geben muss. Dem Versuche nach kann zwar eine ziemlich concentrirte Lösung, die man aus kohlensaurem Natron und Chlormagnesium gemacht hat, ungetrübt bleiben, auch kann jenes neben schwefelsaurer Magnesia ohne offenbar werdende Zersetzung gelöst bleiben, selbst Natroncarbonat und Natronsulfat und Chlorcalcium können scheinbar unzersetzt bei grosser Verdünnung nebeneinander bestehen. Das Streben zur festen Cohäsionsform in der erdigen Basis und in der Kohlensäure oder Schwefelsäure ist hier durch die Vermittelung der übrigen gelösten Theile vermindert, aber nicht aufgehoben. Dass die feste Cohäsionsform der kohlensauren Magnesia oder des kohlensauren Kalkes nicht zu Stande kommt, beweist nicht im Geringsten, dass die Verbindung zwischen den Bestandtheilen derselben nicht besteht. Das Erdcarbonat kann unzersetzt neben Chlor-

*) Derartige Doppelsalze sind z. B. Kaliummagnesium-Chlorür (1 At. Kalium, 2 Magnesium, 3 Chlor mit 12 W.), Ammoniummanganchlorür (Salmiak + Manganchlorür + 1 At. HO), einige in der Natur vorfindliche Salze: Glauberit ($CaO\ SO^3 + NaO\ SO^3$), Alunit ($KO\ SO^3 + Al^2\ O^3\ 3\ SO^3 + 9\ HO$), Caestron-Baryt $Ba\ O\ 2\ SO^3 + Ca\ O\ CO^2 + Sr\ O\ CO^2$), Barytocalcit ($Ba\ O\ CO^2 + Ca\ O\ CO^2$), Apatit ($CaCl + 3\ [Ph\ O^5, 3\ Ca\ O]$), und besonders viele kieselsaure Verbindungen.

natrium bestehen, wie auch Salpeter, der durch salpetersauren Kalk löslicher, als er für sich ist, geworden, gewiss auch nicht durch das Kalksalz eine Umsetzung seiner Theile erlitt.

Wollte man die Löslichkeitsgrösse der Salze als Grundsatz bei der Gruppirung der Bestandtheile durchführen, so müsste da, wo schwefelsaurer Kalk durch Chlornatrium über seine gewöhnliche Löslichkeit hinaus gelöst wird, ein Theil desselben als für sich gelöst, ein anderer als zersetzt und als schwefelsaures Natron und Chlorcalcium gelöst betrachtet werden. Ein ähnliches Verhältniss trifft bei den kohlensauren Erden ein, die für sich nicht leicht löslich sind und theilweise von CO^2 gelöst gehalten werden.

Am einfachsten und im Allgemeinen am consequentesten handelt man, grade den unlöslichsten Verbindungen, z. B. arsenigsaurem Eisenoxydul, kieselsaurem Kalk u. s. w. das erste Anrecht einzuräumen. Danach würden die Erdcarbonate als einfache Carbonate aufgeführt werden müssen, folgerichtig aber das Natroncarbonat als Bicarbonat, weil dieses minder löslich ist, als das einfache. Letzteres zu thun ist aber nur da gebräuchlich, wo auch die Erdcarbonate als Bicarbonate aufgezählt werden.

Es muss noch erinnert werden, dass dieselbe Menge eines Stoffes je nach der Verbindung, worin er gedacht wird, eine grössere oder geringere Menge Salz darstellt. Enthält ein Wasser 2,8 gr. Kalk, so genügt dies um mit 4 gr. Schwefelsäure 6,8 gr. schwefelsauren oder mit 2,2 gr. Kohlensäure 5 gr. kohlensauren Kalk zu bilden, eben so gut (weil 2,8 gr. Kalk 2 gr. Calcium enthalten) um mit 12,7 gr. Jod oder mit 8 gr. Brom als 14,7 gr. Jodcalcium oder als 10 gr. Bromcalcium in Rechnung zu treten. 166 gr. Jodkalium enthalten nicht mehr Jod als 147 gr. Jodcalcium, 150 gr. Jodnatrium oder 139 Jodmagnesium. 100 gr. Bromcalcium sind gleich im Bromgehalte 119 Bromkalium. 76 gr. schwefelsaures Eisenoxydul enthalten nicht mehr Eisen als 58 kohlensaures Eisenoxydul.

Darin stimmen die Ansichten der meisten Chemiker überein, dass jede Aufstellung von Salzcombinationen viel Willkürliches hat.

Jeder Chemiker, der Salzcombinationen bei einem analysirten M.W. aufstellt, sollte so wenig Salze als möglich zu bilden suchen; also z. B. nicht jede von 2 oder 3 Säuren mit jeder von 2 oder 3 Alkalien verbinden, Es wird dagegen aber häufig gefehlt. Nach Niepce enthält z. B. das W. von la Paute die unter I aufgeführten Werthe, welche er viel einfacher so hätte geben können, wie sie unter II stehen.

	I	II
Chlornatrium	2,37	2,592
Chlormagnium	,12	
Chlorcalcium	,07	
Schwefels. Natron	1,38	1,211
„ Magn.	,97	1,349
„ Kalk	,29	,017
Kohlens. Magn.	,16	
„ Kalk	,28	,47
Fester Gehalt	5,64	5,639

Fast gebräuchlich ist die unnöthige Weitschweifigkeit neben Magnesia- u. Kalk-Sulfat, auch Magnesia- u. Kalk-Carbonat aufzustellen, wo doch 3 dieser Salze ausreichen würden. Auch findet man oft Chlorcalcium u. Chlormagnesium neben jenen beiden Carbonaten, oder Chlornatrium u. Chlormagnesium neben kohlens. Natron u. kohlens. Magnesia u. andere derartige Verstösse gegen das Gesetz der Einfachheit.

Die Regel, welche im Allgemeinen jetzt die herrschende ist, verbindet die Theile so, dass immerhin die im destillirten Wasser am wenigsten löslichsten Verbindungen das Erstgeburts-Recht haben, ohne dass jedoch diese Regel mit aller Consequenz durchgeführt würde. Man scheut z. B. fast nie die Kohlensäure sowohl als die Schwefelsäure an den Kalk sowohl als an die Magnesia zu vertheilen, obschon es jedenfalls das Einfachste ist, Kohlensäure und Kalk — so weit als möglich — zu verbinden (da kohlens. Kalk unlöslicher als kohlens. Magnesia u. schwefels. Kalk ist) und, wenn Kalk übrig bleibt, ihn an die Schwefelsäure, oder wenn Kohlensäure übrig bleibt, sie an die Magnesia zu verweisen. Stehen nun, wie es ungemein oft vorkommt, kohlensaure Magnesia und schwefelsaurer Kalk (oft neben kohlensaurem Kalk und schwefelsaurer Magnesia), aufgeführt, so wurde von mir (in den speziell mitgetheilten Analysen), so weit der vorhandene Kalk ausreichte, dieser an die Kohlensäure und dann, so weit die Magnesia ausreichte, diese an die Schwefelsäure vertheilt. Dabei wird es geschehen, dass das Uebrigbleibende noch schwefels. Kalk oder schwefels. Magnesia ausmacht; aber es kommen doch nie vier Salze heraus, wenn man dem kohlens. Kalk vor der schwefels. Magnesia den Vorzug gibt. In ähnlicher Weise wurde kohlensaures Natron nicht neben dem Sulfat von Kalk oder Magnesia, oder neben Chlorcalcium oder Chlormagnesium geduldet, noch schwefelsaure Magnesia oder Natronsulfat neben Chlorcalcium.*) Dies entspricht Alles der Combinationsregel: Combinire in der Weise, dass die Salze Einer Säure oder Einer Basis so der Reihe nach hervorkommen, dass jedes frühere unlöslicher als das folgende ist. Von dieser Regel machen einige Salze, die gewöhnlich in so kleinen Mengen vorkommen, dass sie den Vergleich mit andern Analysen nicht stören, z. B. die mit Lithion, Strontian, Jod, Brom eine allgemein übliche Ausnahme. So wünschenswerth es wäre, auch im Kleinsten consequent zu sein, so würde es doch eine fast nutzlose Mühe sein, jetzt an den vorhandenen Analysen dieser Kleinigkeiten wegen zu ändern. Wo eine Substanz aber von Bedeutung ist, wenigstens wenn sie nicht selten in comparative Aufstellungen gebracht wird, wie Jod und Brom, ist es jedenfalls gut, sie immer an dieselbe Basis zu verweisen, z. B. wenn Magnesium dazu vorhanden ist, wie es auch meistens geschieht, an solches, oder doch anzugeben, wie viel Jod u. Brom im Jodnatrium, Bromnatrium etc. vorhanden ist. Die Nitrate sind alle sehr leicht löslich, es ist daher kaum ein Grund da, die Salpetersäure nicht, wenn anders nichts entgegensteht, nach dem vorwiegenden Gebrauche an Magnesia zu binden. So ist auch der Gebrauch, das Kali der Schwefelsäure zuzuertheilen zu bewahren, damit keine Verwirrung entstehe. Wo also Chlorkalium und schwefels. Natron angesetzt sind, ist demnach in schwefels. Kali und Chlornatrium umzurechnen. Die organischen Säuren theilt man am besten keiner Basis zu, wenn kein Mangel an andern Säuren ist.

---

*) Wer gibt uns aber das Recht, alle Analysen in dieser Weise umzurechnen? Die Natur der Sache. Darin sind nämlich alle Analytiker einig, dass keine Combinationsweise vor der andern ihre Vorzüge in absoluter Weise darthun kann, und dass es ein Uebelstand ist, dass dieselben gefundenen Rohwerthe (der Werth von Chlor, Natron, Schwefelsäure, Magnesia) von verschiedenen Chemikern combinirt als verschiedene Salze aufgeführt zu werden pflegen. Fanden sich z. B. 40 Theile Schwefelsäure, 35,5 Chlor, 23 Natrium (31 Natron), 12 Magnesium (20 Magnesia) vor, so steht es beim Belieben eines Jeden, daraus 71 schwefelsaures Natron und 47,5 Chlormagnesium oder 60 schwefelsaure Magnesia und 53,5 Chlornatrium entstehen zu lassen oder gar viererlei Salze: Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefels. Natron u. Magnesia, deren Summe 113,5 darstellen muss, zu schaffen. Welche Combinationsweise an sich besser ist, wird vielleicht nie entschieden werden. Eines aber ist sicher, dass ein consequenter Chemiker seine Analysen so einfach als möglich u. immer so combiniren würde, dass er sie in Vergleichung miteinander bringen könnte. Wo nun die Chemiker diese Consequenz nicht zeigen, muss der kritische Sammler sie herzustellen suchen.

Die Umrechnungen könnten durch die Unsicherheit einiger Aequivalentzahlen unthunlich zu werden scheinen. Die meisten Aequivalente sind aber so genau bekannt, dass nur ganz kleine Fehler durch die Umrechnung entstehen

Lässt man sich von diesen Prinzipien leiten, so findet sich, dass die Analyse gewöhnlich diejenigen Salze aufweist, welche die gemeinsten sind: Alles Chlor strebt Kochsalz zu bilden, aller Kalk Kreide. Der Schein von ungewöhnlichen Salzen vergeht, der Glanz mancher Analyse verschwindet, wenn man sie nach den eben aufgestellten Regeln umrechnet, um durchblicken zu lassen, dass der Chemiker etwas Besonderes hineinzulegen suchte, dass er z. B. Natroncarbonat wünschte, wo doch nur kohlensaurer Kalk mit schwefelsaurem Natron sich trafen, dass Küchensalz neben Bittersalz ihm nicht würdig genug schien, um nicht auch Chlormagnesium und Natronsulfat dem Nichtkundigen anzubieten.

Diese Prinzipien zeigen übrigens auch im Allgemeinen (!) an, welche Salze früher als die andern beim Erwärmen oder Abkochen des Wassers entstehen würden.

Ich will nicht die Mängel der aufgestellten Regel weiter erörtern, da diese Mängel noch grösstentheils davon abhängig sind, dass die Löslichkeitsverhältnisse nicht überall bekannt sind.

Der dauernde Werth einer Analyse liegt jedenfalls darin, dass man daraus ersehen kann, wie viel von jedem Einzelstoffe (Chlor, Natrium etc.) u. jeder binären Verbindung (Schwefelsäure etc.) ein Wasser enthält. Dieser Werth bleibt durch die Umrechnung unberührt. Hoffentlich wird auch die Zeit nicht mehr fern sein, wo angewohnten Anschauungen zulieb unternommene Combinationen der Bestandtheile der Salze durch eine blosse Aufzählung der nicht combinirten Stoffe (etwa mit Ausnahme von Chlornatrium) ersetzt werden.

§. 8. Combinationslose Aufstellung der Bestandtheile.

Die Methode, die Bestandtheile combinationslos (abgesehen von der Verbindung der Elementarstoffe mit Sauerstoff) aufzustellen, hatte vormals nur wenige Anhänger. Sie widerspricht zu sehr der gewöhnlichen Anschauungsweise, dass Säure und Basis nicht unthätig neben einander bestehen können, als dass sie bisheran populär hätte werden können. Eine Mahnung von Graf (Baier. M.-W. 1805) jede Combination zu unterlassen, blieb eine vereinzelte Stimme. »Man würde nicht viel wagen«, sagte er, »wenn man behauptete, dass sowohl Base wie Säure in einer Art von freyem Zustande in der Flüssigkeit enthalten wären, und erst dann eine Verbindung eingehen, wenn sie in solchen Zustand versetzt werden, worin sie den Sinnen des Menschen als verbundene Körper — als Salze — erscheinen müssen. . . . Auch die Wirkungen auf Reagentien und auf den Geschmack widersprechen dieser Hypothese nicht: ein Pflanzenpigment zu einer Flüssigkeit gesetzt, welche Säure und Base enthält, die sich einander im Verhältnisse gleich sind, wird ungeändert bleiben, ohne dass man desswegen annehmen muss, dass diese Nichtwirkung durch eine Verbindung von Säure und Base entsteht. Ursachen, die zu gleicher Zeit wirken, und sich einander aufheben, bringen keine Erscheinung hervor.«

---

oder vielmehr fortgepflanzt werden können. Wie gross ein Chemiker älterer Zeit auch den Werth der Aequivalente von Chlorsilber, Chlor, Natrium anzunehmen für das Richtige fand, die Berechnung würde auch mit den Aequivalenten von Fresenius' neuester quantitativen Analyse ausgeführt, wenig anders ausfallen und auf die Umrechnung haben diese der Unvollkommenheit der Wissenschaft zuzuschreibenden Irrthümer des Chemikers nur einen geringen Einfluss. Fast nur bei der Magnesia weicht das jetzt als richtig anerkannte Aequivalent (20) um ein Bedeutendes ab von dem früher gebräuchlichen (20,5); jede Umrechnung nimmt also diesen Fehler mit hinüber; wenn ich z. B. 50 kohlens. Magnesia mit schwefels. Kalk umrechne, so würden die neuen Salze nicht gleich ausfallen, ob ich nach alten oder neuen Aequivalenten mir diese kohlensaure Magnesia zusammengesetzt denke. Aber der Fehler wird durch die Umrechnung nicht grösser; er liegt ganz und gar in der Originalarbeit u. könnte nur durch eine Revision der im Detail vorhandenen Analyse getilgt werden.

(Verf. erklärt dies dann durch die unendlich schnelle Aufeinanderfolge beider Wirkungen, von denen jede nur eine unendlich kleine Zeit bestehe.) »Es wäre demnach der sicherste Weg, und der einzige, den man mit Gewissheit gehen kann, wenn bey Untersuchung der Mineralwässer nie auf eine Verbindung der Säuren mit Basen, sondern nur auf das Daseyn derselben gesehen, und diese bestimmt würde.« (Der Verf. meint, auch der Arzt verliere bei dieser Ansicht nichts.) »Die Salze in kleinen Quantitäten wirken ohnehin chemisch nur in ihren entfernten Stoffen auf den lebenden Organism.«

Man wird freilich nicht gut annehmen können, dass zwei Stoffe nebeneinander im höchst fein zertheilten Zustande oder vielmehr in gelöstem Zustande ganz unthätig bestehen können, ohne dass die Atome gegenseitig auf einander wirken und noch weniger kann man sich diesen Zustand der Trägheit der flüssig gewordenen Stoffe veranschaulichen; doch fragen wir uns anderseits, ob wir die Weise besser kennen, in welcher die Atome einander binden und fortwährend, wie in den Krystallen, gebunden halten, ob wir uns die Thätigkeit, welche in einer krystallinischen Verbindung fortdauert, veranschaulichen können. Wenn durch Verminderung der Wassermenge die Combinationen durch Auskrystallisiren sichtbar werden, so zeigt dies doch wohl an, dass vorher die Tendenz zur Combination durch Vorhandensein von genug Wasser vermindert war, dass dagegen eine neue Richtung der Kraft durch Entziehung von Wasser (in andern Fällen durch Entziehung von Wärme, durch Entfernung eines Lösungsmittels, durch Ruhe etc.) gesetzt wird. Im gelösten Zustande sind also die Stoffe in gewisser Hinsicht unthätiger als im krystallisirten. *) Die Tendenz zur Combination ist geschwächt. Deshalb jedoch alle Nothwendigkeit eines Gebundenseins des einen Stoffes durch den andern läugnen zu wollen, wäre irrationell. Wir haben ja Beweise dafür, dass die Gegenwart eines gelösten Stoffes einen andern in seiner Thätigkeit hindert. Zuweilen ist es der Fall, dass ein Stoff sich mit dem zweiten verbunden absetzen würde, wenn nicht ein dritter zugegen wäre, man sagt dann: die Löslichkeit wird durch einen andern Stoff vermehrt; der dritte Stoff bindet dann den ersten und überlässt ihn nicht einem zweiten. Der andere übrigens im Wesen ganz analoge Fall ist noch häufiger, dass eine im löslichen Zustande präsumirte Verbindung zweier Stoffe durch Hinzukommen des dritten Stoffes gestört wird. Auch hier nimmt ein Stoff dem andern seinen Antheil vorweg, bleibt aber nicht flüssig, sondern scheidet damit aus. Eine Einwirkung aller gelöster Stoffe aufeinander mag also stattfinden. Insofern weicht also die Methode, die Einzelstoffe für vereinzelt zu halten wohl von der Wahrheit ab. Doch ist es etwas ganz Anderes zu glauben, dass keine Verbindung unter den Einzelstoffen bestehe, als die Verbindungsweise,

*) Dass dies dem Satze: Corpora non agunt nisi fluida, widerspricht, ist offenbar; aber wer wird behaupten, dass nicht flüssige Körper nicht bloss attraktiv u. abstossend, sondern auch in gewisser Hinsicht in chemischer Weise aufeinander wirken können. Gehören nicht die Contaktwirkungen in dieses Gebiet? Verdanken nicht die Krystalle, wie schon gesagt, eben dem gegenseitigen Aufeinander-Einwirken starrer Körpertheilchen ihre Entstehung u. ihr Fortbestehen? Andererseits scheinen gelöste Körper thätiger zu sein; aber kommt dies nicht vorzüglich daher, dass im Flüssigen eine schnelle Abwechselung der thätigen Stoffe möglich ist, was bei starren Körpern nicht der Fall ist.

weil unerforschbar, unbestimmt zu lassen. Diese negative Methode, die darin besteht, mit dem, was man nicht weiss, nicht zu prunken, versündigt gewiss weniger gegen die Wahrheit, als jene, solche Vermuthungen, deren theilweise Unrichtigkeit zu Tage liegt, für sichere Wissenschaft zu halten. Und weil es besser ist, nicht den Führer abzugeben, als irre zu führen, deshalb ist es auch besser, dem Arzte, wenn er die Forderung des Unmöglichen stellen sollte, man möge die im Wasser vorhandenen Combinationen angeben, kein Gutachten zu geben, als ein unsicheres, jedenfalls nur theilweise richtiges. Aber, wird man sagen, es ist unpraktisch, dem Arzte von Schwefelsäure, Chlor, Magnesia, Natron etc. zu sprechen: er kennt nur die Wirkungen von schwefelsaurer Magnesia und Chlornatrium. Dieser Einwurf ist durch die neue Richtung, welche die Medizin eingeschlagen hat, schon sehr geschwächt worden. Die physiologische Wissenschaft hat sich eine chemische Anschauung des Stoffwechsels zu eigen gemacht. Man hat die Schicksale und Wirkungen der eingenommenen Schwefelsäure und der Magnesia u. s. w. verfolgt, ohne dabei die Abänderungen zu vernachlässigen, welche jene durch das Vorhandensein der Stoffe, die sich zu Salzen mit ihnen combiniren, zu vernachlässigen. Es wird dem neuern Arzte eher gelingen, sich von der Wirkung der Schwefelsäure und der des Kalkes als von der des Gypses eine Vorstellung zu machen. Es mag sein, dass diejenigen Aerzte, welche keine chemischen Kenntnisse besitzen, mit einer solchen, den Gläsern des Chemikers eben entstiegenen Analyse unrichtige Begriffe verbinden, so dass sie für ihn unbrauchbar und verwirrend wird; aber denken so unwissende Aerzte sich mehr dabei, wenn man ihnen von einer beliebigen Salzcombination und ihrer Menge spricht, es müsste denn Küchensalz, Glauber- oder Bittersalz sein? Nimmt der Chemiker denn auch noch die Rücksicht auf den Praktiker, dass er ihm die Salze im wasserhaltigen Zustande vorführt? Ich gestehe, dass sehr viele Analysen nicht in ihrem Urzustande ohne Combinirung vorliegen. Aber hindert dies, dass man aus den Combinationen die Einzelstoffe ausrechnet, dass in Zukunft die Analysen auch ohne Combinirung vorgelegt werden?

Ein kleiner Uebelstand der elementaren Aufstellung der Analysen ist der, dass, wenn Chlor, Jod, Brom, Schwefel und dgl. neben Schwefelsäure, Kohlensäure, Salpetersäure und dgl. vorhanden sind, ein Theil der Basen als Metall, ein anderer Theil als Oxyd vorhanden ist, z. B. Natrium und Natron. Um nun den Streit zu vermeiden, ob Natrium, ob Kalium, ob Magnesium als Metall und die andern Basen als oxydirt, überhaupt darüber, welcher Stoff und der wievielste Theil davon metallisch oder oxydirt zu denken ist, sollte man alle basischen Stoffe oxydirt angeben und den Sauerstoff, der wegen des theilweise metallischen Zustandes wegfällt, als Abzug anbringen. Das gegentheilige Verfahren, nämlich sie alle als nicht oxydirt zu berechnen und den nöthigen Sauerstoff zuzuzählen, wäre praktischer, wenn es nicht die Vergleichung mit andern Wässern, worin keine Haloidsalze sind, erschwerte und wenn nicht der Gebrauch, einzelne Basen, z. B. Eisen als Metall aufzuführen, ganz ungewöhnlich wäre.

Würde die neuere Theorie der Radikale die alte Säure- und Basis-Theorie verdrängen, so würden die Mineralwässer-Analysen viel an Uebersichtlichkeit gewinnen. Durch Aufstellung einerseits der Metalle (Kalium, Calcium, Ferrum etc.),

andererseits der Radikale (Sulfan, Nitran, Chlor, Brom etc.) würden zwei summirbare Reihen gebildet, während jetzt für die Säuren die Basen als Oxyde, für die Salzbildner (Chlor etc.) die blossen Metalle ohne Sauerstoff berechnet werden müssen und daher der Gesammtgehalt an Metall oder an Chlor, Brom u. s. w. weniger augenfällig wird. Die Radikaltheorie (über deren Vorzüge auf Graham-Otto's Lehrb. der Chemie hier verwiesen werden muss) nimmt nämlich an, dass die Verbindungen der bisherigen Säuren, den Haloidsalzen entsprechend, Verbindungen eines Metalls mit einem Radikal seien, welches letztere die Bestandtheile der bisher als wasserleere Säure angenommenen Verbindung + dem Sauerstoff der Basis enthielte. (SO^3 + O) + Na ist dabei die Bezeichnung des schwefels. Natrons, Sulfannatrium genannt, entsprechend Cl + Na Chlornatrium.

Man wird sagen; wenn eine Analyse überhaupt, wie es oft heisst, nur den Cadaver eines M.-W. liefern kann, so gibt eine solche Analyse, die die Einzelstoffe anführt, auch diesen nicht mehr, sondern gewissermassen nur vereinzelte Knochen. — Es mag sein, dass sie uns Stückwerk in die Hand gibt, aber ist die combinirte Analyse etwas Anderes als ein künstlich zusammengefügtes Skelet, aus welchem, wenn der belebende und ordnende Hauch fehlt, gewiss kein Lebendes entsteht?

Mit der Aufstellung der Analysen nach den Einzelbestandtheilen ist jedenfalls der grosse Vortheil verbunden, dass aller Streit über die besten Combinationen aufhört, und dass eine allgemein annehmbare Methode geschaffen wird und dass man, was auch praktischen Werth hat, die Quantität eines jeden Stoffes besser übersieht und mit der in andern Wässern vorhandenen leichter vergleichen kann, weil jeder Bestandtheil nur in Einer Zahl, nicht in den Zahlen mehrerer Combinationen repräsentirt ist.

Verbindet man mit dieser chemischen experimentalen Aufstellung die Berechnung der Aequivalentquotienten (worüber später gesprochen werden wird), so steht es in der Macht eines Jeden sich beliebige Combinationen in beliebiger Zahl ohne viel Mühe zu schaffen, u. klar zu machen, welche Stoffe sich in ihren Aequivalentwerthen entsprechen.

§. 9. Salze mit Krystallisationswasser.

Manche Salze binden beim Krystallisiren, beim Erkalten oder Eindampfen der Flüssigkeit, worin sie gelöst sind, oder wenn sie in unlöslicher Form niederfallen, eine bestimmte, in Aequivalentzahlen ausdrückbare Menge Wasser; andere Salze thun dies nicht, z. B. Chlornatrium und kohlensaurer Kalk. Doch thun letztere dieses dennoch unter gewissen ungewöhnlichen Verhältnissen. So findet sich unter Umständen kohlensaurer Kalk mit 5 Atomen Wasser ($CaO\ CO^2 + 5HO$); kohlensaure Magnesia mit 3 Atomen Wasser, auch hat man schon wasserhaltiges Kochsalz (Na Cl + 4 HO) beobachtet. Diejenigen Salze, welche Krystallisationswasser gewöhnlich besitzen, haben zuweilen unter andern Umständen weniger Krystallisationswasser. So bildet sich zuweilen statt des Glaubersalzes ($Na\ SO^3$ + 10 HO) ein Salz mit nur 7 oder 8 Atomen Wasser; statt des schwefelsauren Eisenoxyduls mit 7 Atomen Wasser ein solches mit 2, 3 oder 4 Atomen; aus einer wässerigen concentrirten Lösung von Bittersalz, das gewöhnlich mit 7 Atomen Wasser sich ausscheidet, setzt sich über 30° ein Salz mit 6 Atomen Wasser ab. Andere Salze mit Krystallisationswasser sind noch: Manganchlorür und Eisenchlorür mit

4 Atomen HO, schwefligsaures Natron mit 6 Atomen, Gyps mit 2 Atomen HO, schwefelsaure Thonerde mit 18 Atomen HO. Bei zerfliesslichen Salzen ist es oft kaum möglich zu bestimmen, wie viel Krystallisationswasser ihnen zukommt.

Im Allgemeinen geht das Krystallisationswasser der Salze bei einer Temperatur von 110—120° fort, wobei die Struktur der Krystalle verändert wird. Doch halten einige Salze einen Theil desselben hartnäckig selbst bei viel höherer Temperatur zurück.

In Bezug auf die Abdampfungs-Rückstände gypshaltiger W. ist es interessant zu wissen, dass der Gyps sein W. nur sprungweise verliert. So verliert der natürliche Gyps erst bei 105—110° C. ¾ seines Wassergehaltes u. 2 (CaO, SO^3) + HO bleibt zurück, welche Verbindung Stunden lang bei 125—145° C. erhitzt werden kann, ohne W. zu verlieren. Erst in der Nähe von 200—300° geht dieser letzte Antheil des Krystallisations-W. weg. Die meisten künstlich dargestellten Gypse verlieren 1½ Aeq. HO schon früher, das letzte ½ Aeq. auch erst über 200°. So verliert durch Fällung von Chlorcalcium mit Zinkvitriol erhaltener, dann über HO,SO^3 getrockneter Gyps bei 80—85° 7 Stunden gehalten 15,71 Prozent seines Hydrat-Wassers. Millon.

Schwefels. Eisenoxydul mit 7 Mischungsgewichten W. verliert bei 115° zwar 6 M.G. davon, das letzte aber erst bei 180°; Kalialaun entlässt längere Zeit zu 125° erhitzt ⅚ seines Krystallwassers, das letzte Sechstel aber erst beim stärkern Erwärmen. Das letzte Siebentel des Krystallwassers vom Bittersalz, das bei 150° 6 Siebentel abgibt, geht erst bei 200° fort. Schwefels. Thonerde u. schwefels. Manganoxydul geben bei 160—170° noch nicht alles W. ab. Vgl. S. 25.

Frühere Analytiker gaben wohl die Resultate ihrer Analysen in wasserhaltigen Salzen an, theils um mit grössern Zahlen zu blenden, theils vielleicht auch, damit man besser die Menge gewisser Salze eines M.W. mit den in der medizinischen Praxis üblichen Dosen derselben Salze vergleichen könnte. Beim schwefelsauren Natron ist der Unterschied im Gewichte des wasserleeren Salzes von dem des krystallisirten sehr bedeutend; hier hat es noch sein Gutes, wenn man erfährt, wie viel wasserhaltiges Glaubersalz eine gewisse Menge schwefelsaures Natron eines W. darstellen würde. Doch hat man mit allem Rechte die Aufstellung der ganzen Analyse in den Formeln der wasserhaltigen Salze darangegeben.

§. 10. Flüchtige u. nicht flüchtige Stoffe. Bestimmung des Salzrückstandes eines Wassers.

„On n'est jamais parfaitement sûr d'avoir évaporé toute l'eau d'interposition et de combinaison des sels sans avoir éliminé une certaine partie des acides minéraux volatils." Lefort.

Die Begriffe »flüchtig, nicht flüchtig, feuerbeständig, fix« sind in ihren Bedeutungen abhängig von dem Temperaturgrade, worauf man sie jedesmal bezieht. Bei den Analysen der natürlichen Wässer gelten sie gewöhnlich für eine Temperatur, die noch unter dem Siedpunkte des W. bis zur Glühhitze liegt, also eine ziemlich unbestimmte Grenze hat. Die in den natürlichen Wässern vorkommenden Salze sind im Allgemeinen nicht nur bei 100° C. ganz fix, sondern auch noch in der Glühhitze. Zu den leichter flüchtigen

gehören mehrere Ammoniumsalze; Chlorammonium erleidet jedoch beim Abdampfen u. Trocknen nur einen sehr geringen Verlust. *)

Die Bestimmung der Gesammtsumme der mineralischen u. organischen Stoffe, die ein W. enthält, kann in zweierlei Art geschehen. Die eine Methode ist nur das Summiren aller Einzelwerthe, nachdem das W. auf die Gegenwart aller denkbaren Stoffe untersucht u. die Menge der vorhandenen bestimmt worden ist. Dabei summirt man entweder alle Bestandtheile ohne Unterschied, ob sie gasig, flüchtig, salzartig, fix sind; oder zunächst nur die gewöhnlich als nicht flüchtig angesehenen Stoffe; es werden dann das zweite Atom Kohlensäure der Bicarbonate u. die Ammoniaksalze entweder als leicht flüchtig werdende Verbindungen mit summirt oder nicht; danach wird die Summe entweder aller Bestandtheile oder nur aller salzartigen und salzbildungsfähigen oder nur die Summe aller bei einer gewissen Temperatur feuerbeständigen Stoffe erhalten.

Die andere Methode ist die der Abdampfung, die den Zweck hat, das Wasser und alles Flüchtige zu entfernen. Die Abdampfung geschieht gewöhnlich durch Anwendung von Wärmegraden, welche die Siedhitze nicht erreichen; oder, wenn man das Krystallisationswasser, welches gewisse Salze (Natronsulfat, Natroncarbonat etc.) zu enthalten pflegen, und einige derselben hartnäckig zurückhalten (s. §. 9), entfernen will, durch Anwendung einer Wärme von etwa 100—200°. Je höher die angewandte Wärme und je länger ihre Anwendung ist, um so sicherer kann man erwarten, dass alles Wasser und alle freie und halbfreie CO^2 entfernt wird, aber um so zweifelhafter wird es auch, ob nicht gewisse flüchtige Substanzen (Borsäure [?], Salmiak, kohlensaures Ammoniak) fortgegangen seien und ob nicht auch ein Verlust durch Verflüchtigung oder Zersetzung von andern, als nicht flüchtig angesehenen Salzen (Chlornatrium) oder von Theilen derselben (Chlor, Brom, Jod) stattgefunden hat. Wird Glühhitze angewendet, so ist dieser Zweifel noch begründeter **); zudem wird dann die organische Substanz verbrannt

---

*) Durch mehrmaliges Eindampfen ging noch nicht ½ Prozent verloren (*Fresenius).

**) Wasserdampf über Chlorcalcium bei starker Rothglühhitze geleitet, zersetzt ihn sehr leicht. Chlor entweicht und Kalk bleibt zurück. Ebenso werden die Sulfate von Kalk und Talkerde durch Wasserdampf zersetzt, Kalksulfat erst bei starker, Talksulfat schon bei schwacher Rothglühhitze. Schwefelsaures u. salzsaures Kali und Natron werden leichter zersetzt, wenn man sie mit Kalk, Talkerde und namentlich mit Thonerde gemischt hatte. Schwefels. Kali verdampft nicht in starker Glühhitze, wenn aber Salmiak vorhanden ist, geht es in Chlorkalium über. Aehnlich verhält sich schwefels. Natron. (Das saure schwefels. Kali verliert beim Glühen Schwefelsäure.) Schwefels. Magnesia verliert bei sehr heftiger Rothglühhitze einen Theil der Säure. Schwefels. Kalk verträgt heftige Rothglühhitze ohne Zerlegung, wenn keine Kohle vorhanden ist. Salpeters. Kali geht in salpetrigsaures Kali u. bei sehr heftigem Glühen in kaustisches Kali über. In gleicher Weise verhält es sich mit salpeters. Natron. Chlorkalium u. Chlornatrium verflüchtigen sich in hoher Temperatur zu weissen Dämpfen. Kohlens. Natron verträgt angeblich starke Rothglühhitze ohne sich zu verflüchtigen. Die Versuche Scheerers zeigen aber, dass das geschmolzene kohlensaure Natron nur bei einer u. derselben höheren Temperatur ein u. dasselbe Gewicht, bei verschiedenen Temperaturen (durch Abgabe oder Wiederaufnahme von Kohlensäure) auch ein verschiedenes Gewicht hat. Kohlens. Kalk ist bei 100° u. gelinder Rothglühhitze unveränderlich, bei stärkerem Erhitzen verliert er allmälig seine Kohlensäure.

und zerstört. Zuweilen wird zugleich wohl auch durch die Einwirkung der Kieselsäure auf die kohlensauren Salze ein Theil der fixen CO^2 verloren gehen. Es kommt in Bezug auf einen Verlust von Chlor, Brom, Jod viel darauf an, ob diese Stoffe sich in Gegenwart von Kalium befinden, das sie besser fixirt, als Magnesium und Calcium oder auch Natrium.

Ueber die Zersetzung der Haloidsalze durch Wärmegrade unter der Siedhitze bei Gegenwart von Wasserdampf sind die Versuche noch mangelhaft. *Witting fand nicht, dass sich bei der Destillation der Lösungen von Chlornatrium, Chlorkalium oder Chlormagnesium Salztheilchen oder Salzsäure verflüchtigt hätten. Es läuft dies gegen die Ansicht von Hermbstädt, wonach Chlornatrium sich unter Mitwirkung von Wasserdampf schon bei geringer Wärme in etwa verflüchtigen soll. Auch ist von Chlorcalcium bekannt, dass darüber hingeleiteter Wasserdampf Chlor aufnimmt, wenigstens bei höhern Temperaturgraden. Von der geringen Flüchtigkeit mehrerer Salzbestandtheile wird noch an anderer Stelle im Artikel: Inhalationen, gesprochen werden.

Unter dem Einflusse leichterer Wärmegrade werden die Bicarbonate von Kali oder Natron in Sesquicarbonate u. endlich in einfache Carbonate verwandelt; der doppeltkohlensaure Kalk wird auch zum einfachen Salze; das Bicarbonat von Magnesia wird basisch, das Bicarbonat von Eisen, Eisenoxydul überhaupt, bei gehörigem Luftzutritt ganz in Sesquioxyd (resp. Hydrat) verwandelt. Schwefelmetalle werden zu Sulfiten oder Sulfaten.

Deshalb ist es sehr natürlich, dass die Resultate zweier Abdampfungen selten bis in die spätern Dezimalstellen miteinander stimmen; ebensowenig wie die Summe der Einzelwerthe mit dem Abdampfungsresultate.

Die Chemiker betrachten darum mit Recht den Befund, der sich aus einer Abdampfung ergibt, als einen solchen, der nur zu einem approximativen Schlusse auf den vorhandenen Salzgehalt berechtigt und der nur bei möglicher Berechnung der Verluste oder des noch zurückgebliebenen Krystallisationswassers sich verwerthen lässt. Die Abdampfungen älterer Chemiker sind um so unzuverlässigere Zeugen des damaligen Gehaltes der M.W., je mehr solche Salze vorhanden, welche Wasser oder ein zweites Atom CO^2 bei der Abdunstung zurückhalten können. Ohnedem ist es auch keine so einfache Sache, M.W. ohne Verlust abzudampfen. Es findet sehr leicht ein Verlust durch Verspritzen beim Abdampfen und durch Verknistern beim Eintrocknen statt und das Sammeln des beim Eindampfen an den Wänden eines Gefässes sich anheftenden Salzes ohne Zurücklassen von solchem ist gar schwer und mag in frühern Zeiten, wo es nur auf ungefähre Bestimmungen ankam, meistens nur höchst unvollständig geschehen sein. Viele neuern Chemiker suchen durch ein öfteres Glühen eine möglichst nahe Uebereinstimmung des durch Verdampfung und des durch die Einzel-Analysen erlangten Salzquantums herbeizuführen, so dass eine solche angebliche Uebereinstimmung theils von der Willkür des Chemikers abhängt.

Oft begnügen sich aber die Chemiker mit einer Eintrocknung der salinischen Substanzen bei 105 oder 110°. Dies reicht offenbar nicht aus, da das Krystallisationswasser mancher Salze erst bei 200° ganz fortgeht. Vgl. §. 9.

Ich entnehme zum Beweise dafür folgende Stelle einer Analyse, die Hamberg mit den Heilquellen von Ronneby anstellte. „Der grosse Unterschied, der zwischen der Summe der einzeln gefundenen Bestandtheile u. der für den festen Rückstand gefundenen Zahl besteht, erklärt sich daher, dass nach Berzelius (Chemie 1845) schwefelsaure Thonerde 5 Atome, schwefels. Magnesia 1 Atom, schwefels. Manganoxydul 1 Atom, schwefels. Eisenoxydul 1 Atom Wasser bei dem angegebenen Wärmegrade (160—170°) zurückhält. Danach berechnet sich die noch zurückgebliebene Menge W. bei der Thonerde bei 160° 3,951, beim Talk 0,457, beim Eisenoxydul 2,956, beim Manganoxydul 0,172, zusammen 7,536 Gramme, die, zur Summe der Einzelbestandtheile 54,437 addirt, 61,973 machen, eine Zahl, die fast mit der als Abdampfungsrückstand erhaltenen, 61,16. stimmt. Folgender Versuch bestätigte die Richtigkeit dieser Ansicht. Wurde die eingedampfte Salzmasse mit wenig W. gemischt, mit gleichem Gewicht eben geglühter Talkerde versetzt u. mit der Hälfte salpetersauren Ammonoxyds geglüht, so erlitt sie einen Gewichtsverlust, der sich für 10000 W. auf 8,008 berechnete u. der von der genannten Quantität zurückgehaltenen Wassers u. von den quantitativ bestimmten Antheilen von Harz u. Quellsäuren ausgemacht wurde u. dieser Berechnung nach 7,92 hätte sein sollen."

Henry benutzte zum Einsetzen der Abdampfschalen eine Art Trockenstube, mit Doppelwänden, worin Wasser warm gehalten wird. Die mit einer Thüre verschliessbare Stube erhält Luft, die durch Chlorcalcium geleitet worden ist. Man könnte auch einen Trockenapparat, wie Liebig ihn für die Eintrocknung organischer Substanzen angab, einrichten.

Lefort wendet folgendes Verfahren an, wobei die Salze, ausser Kalk- und Eisencarbonat, ihr Krystallisationswasser und das 2. Atom CO^2 behalten. Er nimmt Glasschalen aus sehr dünnem Glase, wiegt sie und giesst dann 35—60 C.C. Wasser hinein. Dann setzt er sie unter einer Glasglocke neben concentrirter Schwefelsäure und einigen Stücken gebrannten Kalks, die von Zeit zu Zeit erneuert werden. In 1—2 Wochen wird so alle Feuchtigkeit den Salzen entzogen sein. Diese Methode gab vor allen die übereinstimmendsten Resultate.

Grosse Quantitäten W. eignen sich zur Bestimmung der Salzrückstandsumme in so fern weniger als kleine, als bei jenen leichter das Krystallisationswasser theilweise zurückbleibt, wie bei diesen; da man eine kleine Salzmenge besser einem bestimmten Temperaturgrade aussetzen kann. Hat man eine grössere Salzmenge in einem grössern Gefässe durch Eindampfen gewonnen, so muss sie, um auf eine feinere Wage gebracht werden zu können, aus dem Gefässe entfernt werden. Es ist dies aber eine ziemlich schwierige Aufgabe; da die salzigen, namentlich die erdigen, oft sehr innig am Abdampfungsgefässe anhaftenden Theile kaum ohne Verlust oder ohne Zuwachsen (durch Abkratzen) herausgenommen werden können. Ein kleineres Gefäss kann man der Glühhitze, wenn es eine Platinschale ist, oder doch einer Temperatur bis 180—200°, wenn es von Glas ist, aussetzen. Auch hat man nicht nöthig, das Salz vor dem Abwägen herauszunehmen, weil man das Gefäss mit auf die Wage bringen u. das Gewicht des Gefässes nachher, nachdem man den Inhalt etwa mit Hülfe von Salpetersäure entfernt hat, bestimmen kann. Doch auch hier stellen sich Schwierigkeiten entgegen. Die Platinschale ist nicht leicht beim Abwägen der Feuchtigkeit der Luft zu entziehen. Bei Glasfläschchen, die man verstopft wiegen kann, ist dies leichter möglich; man hat nur zu beachten, dass man die durch die hohe Erwärmung veranlasste Luftverdünnung durch ein schnelles Lüften u. Wiederverschliessen des Glases wieder aufheben muss. will man keinen bedeutenden Fehler begehen. Am hinderlichsten wird aber der Umstand, dass durch die hohe Erwärmung des Glases die von der Oberfläche desselben condensirte Luft gewissermassen fortgetrieben worden u., auch wenn das Glas wieder die frühere Temperatur erlangt hat, dennoch sich nicht sogleich in demselben Grade condensirt, so dass das geschlossene Glas auf der Wage noch merklich eine Zeit lang zunimmt. Diese Zunahme ist jedenfalls so bedeutend, dass, wenn sie, wie gewöhnlich,

übersehen wird, ein Fehler in der Bestimmung des Salzrückstandes entsteht, der schon bedeutend erscheint, wenn man das Verhältniss von 100 oder 200 Gr., die man leicht in kleinen Glasflaschen verdampfen kann, auf 10000 Gr. überträgt. Gleichwohl ist die Abdampfung in verschliessbaren Glaskölbchen noch am meisten zu empfehlen, weil bei ihrem Gebrauch ein Verspritzen der Flüssigkeit, ein Verlust durch Verknistern u. der Zutritt von Staub sich am leichtesten vermeiden lässt. Mehrmaliges Aussaugen der feuchten Luft des Kölbchens, so oft wiederholt, bis die eingeführte kalte Thermometerkugel nicht mehr beschlägt, ist nicht zu unterlassen, ehe man es verschliesst u. erkalten lässt. Die Erwärmung bis auf 150—200° kann gut im Sandbade geschehen.

Silberne Abdampfschalen, die von Chlor-, Jod-, Brom- u. Schwefel-Verbindungen angegriffen werden, sind nicht zu empfehlen.

§. 11. Salzgehalt des Regenwassers in quantitativer Hinsicht.

Der Regen ist nicht ganz frei von salzigen fixen Stoffen.

Schon ältere Chemiker hatten den fixen Gehalt des Regenwassers gewogen. Ihre Zahlen werden aus nahe liegenden Gründen meistens sehr ungenau ausgefallen sein.

Rutty erhielt auf die Gallone Regen, der 40 Meilen von Dublin auf einem freien Platze gesammelt worden war, bis 12 Grane von einer braunen Substanz, die Gyps u. Kochsalz enthielt. Lavoisier hatte in 153600 Grammen Meteorwasser etwa 9 Grane Erde u. Salz, ein ander Mal (?) in 1728000 Grm. 100 u. einige Grane, besonders Kalkerde, gefunden (Hist. de l'Acad. de Berl. 1752. Mém. de l'Acad. de Paris 1770).

Am Ausführlichsten sind wohl die Versuche von Brandes (Schweiggers Journ. 1826. N. R. XVIII, auch 1825, II u. seine *Monogr. über Meinberg 1832). Er traf in 10000 Regenwasser 0,008 (Mai) — 0,065 (Jan.) fester Substanz.*) *Mulder fand aber einmal 1,1, ein anderes Mal 0,66 Th. Salz in 10000 Regenwasser (Wat. of Amsterd. 177, 200, 202); Dalton fand bei Stürmen bis $^1/_{7500}$ Salz im Regen.

Im Nov. 1852 fiel zu Paris ein Regen, der in 5,57 Liter 183 Milligramm Salze (also in 10000 Gr. 0,31 Gr.) enthielt.

Filhol traf in bei Toulouse gefallenem Regen 0,2654 Salze in 10000.

§. 12. Salzgehalt der Wässer aus geschmolzenem Schnee u. Eis und der Flusswässer.

Fluvialium maxime aquarum non est una ratio. Baccius.

Am reinsten müssen im Allgemeinen die oberflächlich verlaufenden Gewässer bleiben, welche über einer Schnee- oder Eisdecke abschmelzen und nur wenig mit dem Erdboden in Berührung treten. So lassen die Gletscherbäche oft noch in bedeutender Entfernung von ihrem Ursprunge die anfängliche Reinheit an der geringen Menge Rückstand, welche ihr W. beim Ver-

*) Die Menge von Salz, die mit dem Regen über das Land ausgebreitet wird, ist erstaunlich. Nach dem viel zu niedrig gegriffenen Anschlage, dass in 10000 Regen nur 0,159 fester Substanz sei, u. bei der Annahme einer mässigen Regenhöhe von nur 23″ 8‴ kamen auf die preuss. Quadratmeile 1230000 preuss. Pfunde Meteorsalz. Pierre zu Caen stellte ähnliche Berechnungen an, wie die von Brandes gemachte, hier angeführte. Man kann aber nach neuern Untersuchungen für die Quadratmeile wohl das Doppelte u. Vierfache, 25—50000 Centner oder 1200000—2400000 Kilogr. für die Quadratmeile rechnen.

dampfen gibt, erkennen. Zwei Bäche der Hochalpen, 3844 u. 5291 par. F. hoch gelegen, ergaben in 10000 Th. W. nur 0,267 u. 0,242 festen Gehalt. *Schlagintweit Unters. üb. d. physik. Geogr. d. Alp. 1850, 296. Regenwasser ist oft nicht so frei von Salzen, wie das W. dieser Bäche. Pagenstecher fand in zwei Gletscherwässern 1 und 1,28—2,43 festen Gehalt in 10000. Grange untersuchte das W. des Glezin-Gletschers im Isère-Thale; er fand in 10000 W. nur 0,2 festen Gehalt.

Die meisten W., welche ihrer Hauptmasse nach nur einen oberflächlichen Lauf nehmen und nicht aus dem Innern der Erde hervorkommen, sondern grösstentheils oder ausschliesslich Abflüsse von Meteorwasser sind, haben keine Gelegenheit viele fixen Substanzen in sich aufzunehmen. Die Berührung derselben mit Mineralien, Pflanzen und Thieren und ihre Verunreinigung mit Abfällen, Excrementen und Schmutz mancherlei Art reicht dennoch bei grössern Flüssen in der Regel nicht hin, ihren Salzgehalt erheblich zu steigern, weil ihre W.-Menge diese zukommenden Stoffe an Masse weit übersteigt. Zwar ist der Salzgehalt der gewöhnlichen süssen Flusswässer nach Zeit und Oertlichkeit sehr verschieden, erreicht aber oft noch nicht 3—4 Zehntausendtel. Es führten z. B. an fixen Substanzen mit sich in 10000 Th. W.:

Bäche, Flüsse:	Theile:	nach:
Ein Bach in Mühlhausen	0,12	Gräger.
Flüsschen Dee	ca. 0,57 *)	J. Smith.
Ottawa	0,6	Sterry Hunt.
Maas	0,65—2,2	Chandelon.
Delaware (Neu-Jersey)	0,68	Wurz.
Rhone	1,06—1,84	Boussingault, Dupasquier.
Rhone bei Genf	1,82	Deville.
Newa	1,11	Model (Klein. Schrift. 1773).
Spree bei Berlin	1,14	Bauer.
Mosel bei Metz	1,16	Deville.
Loire bei Nantes	1,17	Bobierre.
Loire	1,34	Deville.
Rhein bei Bonn	1,12—1,71	Bischof.
» bei Arnheim	1,59	Deville.
Rhein	1,59	Gunning (1853).
» bei Basel	1,69	Pagenstecher.
» bei Strassburg	2,32	Deville.
» bei Emmerich	2,88	J. Müller.
Don	1,22	J. Smith.
Donau	1,25	Bischof.
Maas bei Grave	1,27	Gunning.
Garonne	1,37	Deville.
Marne	1,8—4,78	Bouchardat, Boutron.
Saale bei Jena	1,83	Wackenroder. Vgl. Ludwig.

*) Nämlich 4 gr. in der Gallone. Seine Reinheit wird auch von Saunders hervorgehoben.

Bäche, Flüsse:	Theile:	nach:
Vesle	1,9—2,18	Maumené.
Seine	1,9—2,77	Poggiale.
»	2,54	Deville.
» bei Ivry	2,4	Boutron. (An andern Stellen mehr.)
Weichsel	2	Bischof.
Isar	2,25	Wittstein.
Doubs	2,3	Deville.
Mississipi	2,65	Avequin.
Themse	2,7—3,19	Philipps, Clarke.
»	4	Ashley.
» bei Greenwich	4	Bennet.
Schelde bei Cambray	2,94	Tordeux.
Laibach	3,65	Lippik.

§. 13. Salzgehalt der Süsswasser-Seeen.

Es gibt Seeen, in denen das Meteorwasser seine ursprüngliche Reinheit fast ganz bewahrt hat. So zeichnet sich das W. des Geramer-See's, wie überhaupt die W. der Vogesen durch Armuth an Salzen aus. Eine Schale davon liess beim Abdampfen kaum einen Rückstand (Braconnot). Das W. der kleinern Seeen in Dalarne ist so rein, dass es durch kein Reagens getrübt wird. Berzelius Jahresber. IX, 1830, 208. Andere Seeen stehen im Gehalt zwischen 0,5—2. Der zwischen vielen M.Qu. gelegene Laacher See ist schon als ein schwaches M.W. anzusehen, da er über 2 Z.T. fixen Gehalt (u. darin mehr als 1 kohlens. Natron) hat.

Die Rhone bei Genf ist reicher an Salz als der Genfer See u. das W. des See's von Grandlieu wird von der nahen Loire an Salzgehalt übertroffen.

Der Neusiedler-See hat schon über 12 Zehntausendtel Salzgehalt und gehört unter die alkalischen See'n, worauf ich später zurückkommen werde.

§. 14. Salzgehalt der gemeinen Quellen und Brunnen.

Das W. der gewöhnlichen Quellen enthält meistens mehr Salze in Lösung als das W. grösserer Flüsse. Besonders gilt dies von den aus einiger Tiefe durch Brunnenschachte offen gelegten Quellen, von den Brunnenwässern.

Selten sind Qu., die fast reines W. liefern. So bemerkt Bischof von einer Qu., die unterhalb Heidelberg aus rothem Sandstein entspringt, dass sie das reinste Quellwasser gab, was ihm je vorgekommen. Kein Reagens, nicht einmal salpetersaures Silberoxyd reagirte im Mindesten. Im chemischen Laboratorium konnte kein reineres destillirtes W. dargestellt werden, als dieses Quellwasser war. — Fuchs macht eine ähnliche Bemerkung über das im Thüringer Walde aus den krystallinischen Gesteinen mit 3,7—7,5^0 entspringende W.. Es enthielt so wenig feste Bestandtheile, dass Reagentien kaum eine Spur davon anzeigten und es ohne Rückstand verdampfte. Manche

dortigen Qu. könnten als destillirtes W. angesehen werden. — Zu Wehen, einem Dorfe in Nassau, soll an einem 1560′ hohen Berge eine (»die dritte bekannte«) chemisch reine Qu., die Aar, entspringen. *Ritter Geogr. Lexikon. — Eine Qu. am höchsten Punkte einer engen Schlucht des Gebirgshügels an der Grenze des Alleghany-Thales bei Tarentum, the dark Hollow genannt, hat ein so reines W., dass man mit Reagentien keinen Körper darin nachweisen konnte u. dass Brackenridge sich ihrer bei allen chemischen Arbeiten bediente; nur war nach starkem Regen eine Spur Kohlens. darin zu entdecken. Wittstein Vierteljahrsschr. 1860, 3. — Wässer mit weniger als 3 f. G. in 10000 sind im Ganzen selten, namentlich in gewissen Gegenden. *Jones fand in einem W. zu Spaa etwa 0,1 f. G. in 10000 (in 11355 C.C. 7,8 Grane), wovon die Hälfte Kieselsäure war. — Brunnen-W. zu Neufchatel enthält nur 0,55 Salze (meist kohlens. Kalk in 10000). Annuaire des Eaux, I, 78. — Das W. des Brunnens vor dem Salmen u. zur Sonne in Baden-Baden enthielt nach *Kölreuter nur 0,65, das W. in der Lichtenthaler Allee kaum 0,325 f. G. — Nach Rutty geben einige Qu. zu Dublin ein W., das nur 1,3 fester Materie in 10000 hat. — Die kalte Qu. zu Delphi soll nur 2,6 u. Arethusas heiliges W., wovon schon Strabo spricht, nur 2,95 f. G. haben. — Das Trinkwasser von Dijon hat 2,61 f. G. — Einige Trinkwässer von Rom halten unter 3. — Ein kalter Brunnen zu Weilbach hat 3,1 f. G. —

Nach Deville ist das W. der Qu. bei Bésançon, Dijon u. Paris beinahe doppelt so reich an feuerfesten Bestandtheilen, als das W. des Rheins u. Doubs, der Loire, Rhone, Garonne u. Seine durcheinander genommen. Für die Brunnen fand derselbe Forscher im Durchschnitt eine beinahe zweimal so hohe Ziffer wie für die Quellen.

Im Annuaire des Eaux de la France I, 185 findet sich eine grosse Zahl von Trinkwasser-Analysen. Ich entnehme daraus nur die Angabe des festen Gehaltes in 10000 W.

Ort.	Art des Wassers, Qu. od. Brunnen.	Gehalt.	Chemiker.
Rouen	5 Quellen	2,14—17,53	Girardin.
Umgegend von R.	6 „	2,58—16,1	„
Rouen	Brunnen bis	35,	„
Rodez	Verschiedene W.	2,87—29,75	Blondeau.
Bésançon	3 Brunnen	5,34— 8,62	Deville.
„	4 Quellen	2,8 — 3,31	„
Maçon	3 Brunnen	17,4 —23,67	Niepçe.
Graissivaudan(Thal)	5 lauf. Brunnen	0,8 — 1,97	Grange.
Mühlhausen	7 Brunnen	1,1 —10,34	Penot.
Nouveaux(Thal)	7 Quellen	1,6 — 2,14	Langlois.
Metz	4 „	1,64— 2,52	„

Die Wässer der artesischen Brunnen liefern zuweilen ein W. mit sehr geringem Salzgehalt:

Brunnen zu	Tiefe in Metern:	Fester Gehalt in 10000:	Chemiker.
Paris (Grenelle)	548	1,43	Payen.
Perpignan	170	1,6	Bouis.
Reims Schlachthaus	34	2,98	Maumené.
Tours		3,2	Dujardin.
Neufchatel		4,	Girardin.

In andern Fällen ist der Gehalt viel bedeutender; z. B. hat ein solcher Brunnen zu Amsterdam 14,2 f. G., meistens Kochsalz (Baumhauer).

§. 15. Salzmenge der Mineralquellen. Einfluss der Wärme des Wassers auf den Salzgehalt.

Die Gesammtmenge der festen Bestandtheile ist in den M.Wässern im Allgemeinen grösser als in den gemeinen Quell- und Brunnenwässern; doch gibt es viele als M.Qu. angesehene u. zu Bädern benutzte u. namentlich auch manche Sauerwässer u. Thermen, die weniger Rückstand beim Verdampfen hinterlassen als zahlreiche kalte Trinkwässer, so dass keine feste Grenze zwischen M.Qu. u. gewöhnlichen Trinkquellen in dieser Hinsicht besteht. Da auch in qualitativer Beziehung die Salze der meisten M.W. mit denen der Trinkwässer übereinstimmen, so werden viele als Heilwässer benutzte W. mit Unrecht M.W. genannt, besonders jene, die bei einem geringen Salzgehalte, auch nicht durch Gase (CO^2, SH) mineralisirt sind u. nur wegen anderer auffallenden Eigenschaften (Wärme) oder wegen vermeintlicher oder wirklicher Heilkräfte benutzt werden. Derartige weder durch feste noch elastische Stoffe ausgezeichnete W. werden akratisch genannt, d. h. ohne Mischung; man könnte sie als oligophore oder als flusswasserähnliche (Potamokrenen) bezeichnen. Ἄποιον nannte man im Alterthume ein derartiges Wasser.

Unter **1/10000** Salzgehalt haben die Badewässer von:

Ruhla	0,606(—1,283),
Rostock in Schweden	0,816;

die Sauerwässer von:

Schmecks	0,68,
Spaa	0,8(—4,4),
Flinsbrunn	0,824(—5,8);

die Thermen von:

Aix (St. Simon)	0,1 (20°),
Plombières	0,67(—3,12).

Unter **2/10000** Salzgehalt haben

die kalten Badewässer von:

Medewi	1,08,
Sachsenfeld	1,12,
Fahlun	1,26,
Hymensgarten	1,33 (Grubenwasser),
Hutwyl	1,73,
Schmeckwitz	1,8,
Tatenhausen	1,9;

die Sauerwässer von:

Liegau	1,16,
Brückenau	1,16(—3,64),
Karlsbad (Säuerling)	1,42,
Königswart	1,53(—8,8),
Liebwerda	1,66(—3,93);

die Thermen von:

Barèges	1,12(—3,5),
Landeck	1,57,
Molitg	1,6(—2,09),
St. Sauveur	1,96.

Unter **3/10000** festen Gehalt haben

die kalten Badewässer von:

Längeneibad	2,33,
Ronneburg	2,35(—3,5),
Porla	2,41,
Schwindeck	2,55,
Rosenlavibad	2,55,
Moosbad	2,59,
Heinrichsbad	2,6,
Schimburg	2,65,
Rotzloch	2,69,
Freienwalde	2,73,
Schwendibad	2,85,
Yverdun	2,94,
Baumkirchen	2,98;

die Sauerwässer von:

Teinach (Tintenqu.)	2,21,
Karlsbrunn	2,59(—10,4),
Langenschwalbach (Paulinenbr.)	2,74;

die Thermen von:

Bains	2—4,91,
Luchon	2,08—2,8,
Vernet	2,11—2,73,
Amélie	2,17—3,5,
Johannisbad	2,27—2,87,
Tüffer	2,64,
Neuhaus b. Cilli	2,83,
Badenweiler	2,84,
Pfeffers	2,98.

Unter **4/10000** festen Gehalt haben

die kalten Badewässer von:

Kellberg	3,03,
Rigi Scheideck	3.06,
Rütihübeli	3,07,
Höhenstedt	3,1—3,87,
Aeugstenbad	3,11,
Oberwyl	3,17,
la Prese	3,23 od. 3,43,
Engistein	3,45,

Ofterdingen	3,47,
Reutlingen	3,5(—5,08),
Weissenburg	3,58,
Gränichenbad	3,65,
Konopkowka	3,76,
Nuolen	3,78,
Nidelbad	3,86,
les Ponts	3,9;

die Sauerwässer:

Qu. am Laacher See	3,49,
Pyrmont (1 Qu.)	3,94 (Brandes);

die Thermen:

Daruvar	3—3,62,
Eaux chaudes	3,09,
Buxton	3,28,
Schlangenbad	3,38—3,4,—3,78,
Gastein	3,49,
Aix in Savoyen	3,5(—4,8),
Vöslau	3,64.

5 10000 im Gehalt erreichen noch nicht

die kalten Badewässer:

Greifenberg	4,44,
Ueberlingen	4,52—4,82,
Schnittweierbad	4,62,
Nocera	ca. 5;

die Sauerwässer:

Sinzig	4,16—4,88,
Meinberg	4,54(—5,33),
Steben	4,9(—13,7);

die Thermen:

Olette	4,3—4,6,
Bagnols	4,35—5,26,
Tobelbad	4,82,
Topusko	4,97,
Wildbad	4,67(—5,7).

Etwas über **5/10000** gehen:

Seeon 5,25, Sernäus 5,46, Warmbrunn 5,03—6,03, Wildbad 5,67, Teplitz 6—6,93.

»Die heissesten aller permanenten Qu. (zwischen 95 u. 97° sind merkwürdiger Weise die reinsten, welche am wenigsten Mineralstoffe aufgelöst enthalten.« *v. Humboldt Kosmos I, 229. Die Trincheras-Thermen halten bei 90° nur Spuren von Kieselerde, etwas Schwefelwasserstoff u. Stickstoff.

Die Arkansas-Thermen (Louisiana) von 62—65° haben nur 5—7/10000 festen Gehalt. Die bis 81°,5 warmen W. von Chaudesaigues haben nicht 10/10000 an fixen Stoffen. Die heisseste Qu. von Mittel-Europa, nämlich die über 74° warme zu Burtscheid, hat 42/10000 f. G.

Wie es gewöhnliche kalte Qu. gibt, die so salzleer sind, dass sie fast dem destillirten W. gleichen, so gibt es also auch mit Kohlensäure geschwängerte oder durch Schwefel mineralisirte kalte Qu. u. warme Qu., die beinahe von Salzen frei sind.

§. 16. Vereinigung verschieden starker Sprünge zu Einer Quelle. Verhältniss des Salzgehaltes der Ausbrüche Eines Quellgebietes zu ihrer Temperatur.

In einem natürlichen oder künstlichen Brunnen vereinigen sich nicht selten Quelläste von verschiedener Stärke u. verschiedenen chemischen Eigenthümlichkeiten. Man hat diese Bemerkung öfters bei der Reparatur von Brunnen zu machen Gelegenheit. Wenn derartige Wässer, die im chemischen Gehalte von einander abweichen, nicht gleichmässig an Masse ab- u. zunehmen, so unterliegt die Gesammtqu. einer chemischen Veränderung, die an u. für sich nur in veränderter Proportion der Theilquellen begründet ist.

Die verschieden warm hervortretenden Aeste derselben Hauptquelle, d. h. die Quellen eines Ortes, deren gleichzeitiges Entstehen u. deren Zusammenhang nicht zu bezweifeln ist, richten sich mit ihrem Gesammtgehalte nicht selten nach der Temperatur; doch ist der Unterschied im Mineralgehalte bei natürlichen Quellen gewöhnlich nicht so gross als die Differenz der betreffenden Wärmegrade. Es ist der gewöhnliche Fall beim Erbohren artesischer Brunnen, dass der Salzgehalt derselben mit dem Fortschritt in Tiefe u. Wasserwärme sehr auffallend zunimmt.

Beispiele sind die Bohrqu. von Nauheim, Kissingen, Homburg. Doch gibt es auch Ausnahmen, z. B. ist die 24° warme Qu. No. I zu Soden eine der wärmsten ältern Qu., wird aber von weniger warmen im Salzgehalte übertroffen.

Bei 12 Thermen von Plombières von 69°—11°5 nimmt der Gehalt von 3,9—0,27 fast durchgehends mit der Wärme ab. — Bei den Karlsbader Thermen von 52°1—71°2 traf Wolf 54,9—58,5 f. G. u. zwar den höchsten Gehalt in der heissesten Quelle. — Viel grössere Unterschiede scheinen unter den Thermen von Abano im Gehalte sowohl als in den Wärmegraden zu herrschen, doch auch hier wieder die heisseste am gehaltreichsten zu sein. — Auch in Wiesbaden erscheint der durch Hitze ausgezeichnete Kochbrunnen als der gehaltreichste. Die dortigen lauen Qu. sollen nur einen geringen Salzgehalt haben. — Zu Ems sind die weniger warmen Quellen kaum zu unterscheiden von den heissern. Nach Fresenius verhalten Temperatur u. Salzmengen sich wie folgt:

Temp.:	47,5	46,25	44,5	43,75	35,25	29,5
Salze:	21,88	21,51	21,4	21,4	22,71	21,95. —

Auch zu Burtscheid nimmt der Salzgehalt wohl mit der Temperatur durchgehends ab, doch scheinen die chlorreichsten, in der Mitte des Thales gelegenen Qu., grade nicht die heissesten zu sein.

§. 17. Thermen, Sauerwässer und andere Mineralwässer mit hohem Salzgehalte.

Die meisten Thermen haben nur 5—30 Salzgehalt in 10000, wenige 40—50 oder mehr. Baden im Aargau ist schon auffallend mit

3

43,7 festem Gehalt (worin 19,4 Kochsalz). Burtscheid's heisseste Qu. von 74⁰3 hat, wie gesagt, 42,2 f. G. (meist Kochsalz). Karlsbad's fast gleich warme Therme hat etwa 60 (Kochsalz 11,4). Vichy's alkalireiche, kochsalzige Thermen erreichen 52,5 f. G. Das Herkulesbad hat 60,5 f. G. Die Thermen der Euganeen, theils bis 82⁰5 warm oder noch wärmer, haben doch nur 25—66, Bourbonne (bis 58⁰7) 71—80. Der Wiesbadener Kochbrunnen (69⁰3) hat schon 82,62. In den vier letztgenannten Thermen ist der grösste Theil der Salze wieder nur Kochsalz. Ein höchst merkwürdiges 73⁰ warmes Salzwasser ist die Paipa-Therme bei Tunja in Neugranada, die so reich an Glaubersalz u. Kochsalz ist, dass nach dem Eintritte einiger trockenen Tage der Boden sich mit Salzblüthen bedeckt, welche die Indianer fürs Vieh sammeln.

Während die meisten Sauerwässer weit weniger als 40 festen Gehalt haben, sind einige sehr gehaltreich, z. B.:

Bilin mit	49,6	festem	Gehalt	(Kochsalz		3,8),
Bartfeld (Doktorqu.) mit	51,2	»	»	(	»	11,7),
Franzensbad (Franzqu.) mit	54,97	»	»	(	»	12),
Szczawnica (Magdal.) mit	68,37	»	»	(	»	31,5),
Kissingen (Rakoczy) mit	85,56	»	»	(	»	58),
Marienbad (Kreuzbr.) mit	86	»	»	(	»	14,5),
Elster mit bis	89,1	»	»	(	»	16,8),
Marienbad (Ferdinandqu.) mit	95,7	»	»	(	»	24),
Luhatschowitz (Louisenqu.) mit	110	»	»	(	»	45),
Tarasp mit	122,5	»	»	(	»	38,8),
Karlsthal mit	137	»	»	(	»	6,6),
Soden (No. VII, 17⁰5, mit	165	»	»	(	»	142),
Neuhaus b. Neustadt mit	162—205	»	»	(meist Kochsalz).		

Die salzreichsten Sauerwässer sind artesische Brunnen, die eine ihrer Bohrtiefe entsprechende Temperatur haben.

Orb mit	216—347	festem	Gehalt	(Kochsalz	180—284),	
Homburg mit	—252	»	»	(meist Kochsalz),		
Nauheim mit	—399	»	»	(»	»	),
Oeynhausen mit	—428	»	»	(»	»	).

Den höchsten Gehalt erreichen einige Soolwässer, z. B. Jaxtfeld mit 2637 f. G. u. andere gesättigte Soolen. Diese pflegen kalt zu sein u. fast keine Kohlensäure zu führen.

Als salzreiche Bitterwässer sind bekannt:

Ivanda mit	214	f. G.
Saidschütz mit	208—232	f. G.
Püllna mit	290—327	f. G.
Ofener Wässer mit	95—350	f. G.
Unter-Alap mit	376	f. G.

Ihr grosser Salzgehalt ist aber oft gewissermaassen künstlich erzeugt.

§. 18. Gewicht und Volumen der vom Wasser hinaufgebrachten Salzmassen.

Berechnet man die Salzmengen, welche durch gewisse M.W. ans Tageslicht hinaufgebracht werden, so kommt man auf erstaunliche Summen; führt man sie aber auf räumliche Verhältnisse unseres Erdkörpers zurück, so erscheinen sie dagegen gewöhnlich wieder klein.

Der Bohrlochschacht zu Dürrenberg brachte jährlich etwa gegen $1^3/_4$ Millionen Centner Kochsalz hervor u. die Soolqu. zu Artern führte jährlich etwa $^5/_4$ Mill. Centner Rohsalz der Unstrut zu. Im J. 1854 lieferten 8 Oeffnungen der Saline Königsborn 10,7 Mill. K.F. Soole mit 278000 Centnern Rohsalz. v. Dechen hat berechnet, dass die Summe Kochsalz, welche überhaupt im Laufe der Zeit dem ganzen Gebirge zu Königsborn entzogen worden ist, etwa 830 Mill. Centner betragen. Die Salinen der Provinz Sachsen sollen auch jährlich $^5/_4$ Mill. Centner Salz liefern. Ein einziger Brunnen von Salza bei Schönebeck liefert so viel Soole, dass daraus jährlich 600000 Centner Salz gewonnen wurden. Die Bohrqu. von Neusalzwerk liefert jährlich gegen 720000 Centner Kochsalz. Bloss die Edelsoole von Reichenhall bringt jährlich 1300000 K.F. eines Soolwassers mit 160000 Centnern Kochsalz hervor. Durch andere Qu. der Umgegend wird noch wenigstens das Doppelte, wenn nicht das Fünffache an Salz heraufgefördert.

Jene $^5/_4$ Mill. Centner Salz stellen nur einen Würfel von noch nicht 100 F. Seite dar. Denn hätte das Salz nur das doppelte spezifische Gewicht von W., so würde ein Salzwürfel von 31,3 M. (100 F.) Seite $1^1/_3$ Mill. Centner wiegen. Festes Salz ist aber schon $2^1/_7$ mal schwerer als Wasser. Ein Anderer hat berechnet, dass das zu Artern in 300 Jahren hinaufgebrachte Salz einen Steinsalzwürfel von 210 M. Seite würde bilden können. Das Salz des Bohrbrunnens von Neusalzwerk entspricht einem massiven Würfel von 25,3 Meter. Jene 830 Mill. Centner Salz entsprechen $19^1/_2$ Mill. K.Meter Steinsalz, welche ein Raum von 1000 Meter Länge u. Breite und $19^1/_2$ Meter Höhe fassen würde.

Man schätzt den Abfluss des Solfatara-See's bei Tivoli auf täglich 50000 K.M.; da nun in 10000 Gewicht W. 24 Theile Salze gelöst sind (ohne 18,3 freier u. halbfreier Kohlens.), so kommen hier täglich 120000 Kilo Salze, jährlich 44000000 Kilo Salze (ohne 33000000 Kilo Kohlens.) aus der Erde, also fast 900000 Centner.

Nimmt man die zu Karlsbad ausfliessende Menge W. mit Ryba zu 38 Eimer in der Min. an — eine Zahl, die freilich für manches Jahr sehr herabgesetzt werden müsste — so macht dies nach seiner Rechnung über 35 Millionen K.F. Wasser jährlich oder über 20 Millionen Centner W. mit 110700 Centnern fester Substanz, die an einem Orte 500 Jahre hindurch abgelagert, einen Kubus von 58,4 Klafter bilden würde. v. Hoff hatte stündlich 25 Centner fester Bestandtheile, etwa das Doppelte der eben vielleicht noch zu hoch angenommenen Menge angerechnet, eine Salzmasse, die bei einem spezifischen Gewichte von 2,7 einen Würfel von 133 Meter Seite in 500

Jahren ausmachen würde. In dem Thale, worin Karlsbad liegt, könnten aber 14 solcher Würfel nebeneinander Platz finden. *Geognost. Bemerk. 1825.

Zu Franzensbad fliessen sicher jährlich etwa 300000 K.M. Wasser mit 1500000 Kilo Salzen, die räumlich wohl 500 K.M. einnehmen möchten, einem Kubus von nur 8 Meter Seite entsprechend.

Die Marienbader Franzensqu. sendet jährlich über 500000 K.F. Wasser nach oben mit etwa 1% ihres Gewichtes an Salzen, die also noch nicht 2500 K.F. oder 80 K.M. Raum fordern.

Mit den Thermalwässern von Aachen u. Burtscheid werden etwa 35000 Centner verschiedener Salze, worunter 25000 Centner Kochsalz sind, jährlich der Erde entzogen.

Nach *Bouquet werden im Bassin von Vichy jährlich wohl 1600620 Kilogramm Salze, etwa 32000 Centner, mit dem W. herausgespült. Nach Nivet bringen zwei Quellen zu Allyre in 1 Jahre 42,3 K.M. unlöslicher Salze zu Tage.

Bei vielen andern M.W. aber, die nicht besonders stoffreich sind, erreicht die jährlich mitkommende Salzmenge nur einige hundert oder tausend Centner oder bleibt noch bedeutend darunter.

§. 19. Gewichts- u. Volumen-Verhältnisse der Bestandtheile des Wassers.

Die Bestandtheile der gemeinen und der mineralischen Wässer sind entweder gasartig oder, wenn sie für sich bestehen, in gewöhnlicher Temperatur flüssig oder fest. Die gasartigen und flüssigen werden in der Analyse in Raum- oder Gewichtstheilen, die festen nur in Gewichtstheilen angegeben.

Als Einheit, worauf die Analyse zu beziehen ist, pflegen die Deutschen ein Civilpfund von 16 Unzen oder 7680 Granen, seltener, wie die Südländer öfters thun, ein Medizinalpfund von 12 Unzen, die Franzosen aber das Liter oder Kilogramm, die Engländer eine ihrer Gallonen oder Pinten (jetzt meistens die Gallone von 70000 Grains) anzunehmen. Der Gehalt der festen Stoffe wird aber durchgängig nach dem Gewichte in Granen oder Grammen oder Grains angegeben. Sehr oft geben die Chemiker den Gehalt eines Wassers an Gasen aber in conventionellen Maassen an, besonders häufig in Kubikzollen, was aber wegen der grossen Verschiedenheit der Kubikzolle je nach den Ländern und wegen der Verschiedenheit des Gewichtes, welches zur Einheit gewählt ist, sehr oft die Einsicht erschwert und den Leser verwirrt. Es gibt z. B. Kubikzolle, von denen 26, andere von denen 32, als mit Wasser gefüllte Hohlräume gedacht, ein Pfund wiegen. Liebig's Schüler pflegen in neuerer Zeit den Rauminhalt eines Pfundes Wasser zu 32 Kubikzollen anzunehmen. Schon besser ist die Bezeichnung der Gase in denselben Volumenmaassen, mit denen auch das Wasser gemessen wird, z. B. 1 Cubikcentimeter Kohlensäure in 100 oder 1000 oder 10000 Cubikcentimetern Wasser; aber auch diese Bezeichnung ist mangelhaft, wenn nicht die Temperatur und der Luftdruck jedesmal genannt sind, bei welcher das Wasser und das Gas gemessen wurde, weil besonders die Gase je nach der Temperatur einen sehr verschieden grossen Raum einnehmen. Die Franzosen

geben gewöhnlich an, wie viel Gramme fester Stoffe und wie viel Cubikcentimeter Gase im Liter Mineralwasser sind. Am besten ist es jedenfalls feste Stoffe und Gase, beide in Gewichten und ebenso als Gewichtswerth die Quantität Wasser anzugeben; wo dann kein Missverständniss möglich ist. Am einfachsten und übersichtlichsten wird die ganze Analyse, wenn als Summe des Wassers und der darin enthaltenen Stoffe 10000 eines beliebigen Gewichtes angesetzt wird und wenn alle festen und gasförmigen Stoffe in denselben Gewichtsgrössen angezeigt sind, was denn auch in diesem Buche durchgängig der Fall ist.

Ausdehnung der Gase durch die Wärme. Reduktion der Werthe auf 0°. Der Ausdehnung-Coëfficient für Kohlensäure ist 0,00371 (0,0036896 n. Regnault), für atmosphärische Luft aber nur 0,003665; d. h. die Kohlensäure dehnt sich für jeden Grad über 0° um 0,00371 oder $^1/_{270}$stel ihres Umfanges bei 0° aus, für 10° also um $^1/_{27}$stel, für 100° um $^{10}/_{27}$stel; d. h. 27 K.Z. werden durchs Erwärmen von 0°—100° 37 K.Z. Also verliert das Gewicht eines K.Z. oder C.C. für t Grade über 0° $\frac{t}{270+t}$ des Gewichtes bei 0°. Will man also den Werth a der bei t Graden über 0° gemessenen CO^2 auf 0° reduciren, so dividirt man den Volumen-Werth a mit 1+t. 0,00371, z. B. 37 K.Z. von 100° sind gleich $\frac{37}{1+100.0,00371}=27$ bei 0°, oder 28 K.Z. von 10° gleich $\frac{28}{1+10.0,00371}$ $=27$ bei 0°, überhaupt a K.Z. von t° u. b Millimeter Barometerstand $=$ $\frac{a}{1+t.0,00371}\times\frac{b}{760}$ oder $\frac{a.b}{760+t.2,8196}$ bei 0°.

Die Kaiserqu. zu Aachen enthält z. B. in 10000 Vol. W. folgende Gase, unter A für 0° u. 760 Millim. Druck, unter B für die Quelltemperatur 55° u. denselben Druck berechnet.

	A	B
Sauerstoff	17,6	21,
Stickstoff	127,8	153,5
Grubengas	5,2	6,4
Kohlensäure	1269,4	1525,1.

Berücksichtigung des Luftdruckes bei der Messung der Gase. Bei einigen Quellen, die mehr oder weniger hoch über der Meeresfläche liegen, geben die Chemiker zuweilen das Volumen der Gase bei dem entsprechenden Barometerstande an. Ist die Meereshöhe dieses Ortes nun beträchtlich, so ist der Barometerstand ein sehr niedriger u., würde man das bei diesem Stande gemessene Gas auf den Luftdruck von 760^{mm}, wie es gebräuchlich ist, reduciren, so würde die Volumenszahl bedeutend kleiner erscheinen, da die Ausdehnung der Gase dem Barometerstande im umgekehrten Verhältnisse entspricht. Es hat z. B. von Fellenberg als Schwefelwasserstoff-Gehalt des Schwarzbrünnchens zu Gurnigel 18,094 Cub.Cent. im Liter bei 654^{mm} angegeben; bei 760^{mm} würde diese Zahl zu 18,094. 654, dividirt durch 760=14,714 werden. Aber sie muss auch noch wegen der Temperatur

eine Verminderung erfahren, da er das Volumen bei 8°5 maass. Man muss noch $\frac{8,5}{270}$ oder 0,46 abziehen; bleiben 14,254. Es sind also im Liter von 0° bei 760^{mm} nur 14,254 Cub.Cent. SH=0,02195 Gramm im Liter oder 0,22 Gramm in 10000 Gramm W.. Wollte man den Gehalt des Schwarzbrünnchens an SH mit dem eines andern Schwefelwassers vergleichen, bei dem die Gase bei 760^{mm} Druck u. 0° gemessen wurden, so würde man ohne jene Reduktion vorzunehmen, einen bedeutenden Fehler in der Vergleichung begehen. Ganz einfach dagegen ist der Vergleich beider Wässer, wenn die Chemiker bei beiden das Gewicht der Gase für dasselbe Gewicht W. angegeben haben. Noch ein zweites Beispiel. 1287,1 C.C. CO^2 gemessen bei 0° u. 0^m,760 Barometer, welche das Sauerwasser von St. Moritz in 1000 Gramm W. enthält, sind bei der Quelltemperatur von 5°5 u. dem am Orte gewöhnlichen Barometerstande von 0^m,6152 (der Originalangabe zufolge) 1622,6 C.C.. Also kann man sagen: das W. enthält 1,3 Vol. CO^2 oder es enthält 1,6 Vol., je nachdem man sich den Barometerstand denkt. Beides ist aber an Gewicht immer ebenviel: 30,233 Gramm in 10000 Gr. Wasser.

Reduktion der in Decimal-Raummaassen angegebenen Gasvolumina auf Gewichtsverhältnisse. Will man eine solche Reduktion vornehmen, so ist es nöthig, das spez. Gewicht der Gase in Bezug auf Wasser bei der Temperatur u. dem Luftdrucke zu kennen, welche der Angabe zu Grunde gelegt sind. Waren die Gase bei 0° u. 760 Millimeter Luftdruck angegeben, so benutzt man das nachfolgende Tabellchen über die spezifischen Gewichte der Gase. Es sollen z. B. in einem W. in 10000 Raumtheilen 1500 Raumtheile CO^2 vorhanden sein, sie ergibt sich (dem Ansatze zufolge 10000 : 19,715 oder etwa 500 : 1=1500 : x), dass in 10000 Gewichtstheilen 3 Gewichtstheile CO^2 sind.

Spezifisches Gewicht der Gase, die besonders häufig in Mineralwässern vorkommen; Wasser = 10000 gesetzt; bei 0° u. 760 Millim. Luftdruck.

Stickstoff (N)	12,546 oder $^1/_{797}$, fast $^1/_{800}$,
Sauerstoff (O)	14,338 oder $^1/_{697}$, fast $^1/_{700}$,
Atmosphärische Luft	12,937,
Kohlensäure (CO^2)	19,715 oder $^1/_{507}$, fast $^1/_{500}$.

Ueber die spezif. Gewichte von Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoff s. die betreffenden Paragraphen.

Reduktion der in Kubikzollen angegebenen Gase auf Gewichte. Da ein grosser Unterschied zwischen den gebräuchlichen Kubikzollen ist, so sucht man zu erfahren, wie viele Kubikzolle der Chemiker den Raum geschätzt hat, den die angegebene Menge Wasser (gewöhnlich 1 Pfund von 7680 Granen) einnehmen soll. Die Kubikzolle (wovon in den ältern Schriften meist der pariser, seltener der rheinische vorkommt) sind nämlich, wie gesagt, an u. für sich sehr verschieden. Es fassen als Hohlraum gedacht

26,14	rh. K.Z.	= 23,58	par. K.Z.	1 preuss. Pfd.	W. von 4°,
26,65	» » »	= 24,04	» » »	1 nürnb.	» »
26,88	» » »	= 33,36	baier. » »	1 baier.	» »

27,39 rh. K.Z.	= 14,81 bad. K.Z.	1 badisches	Pfd. W. von 4°,
24,04 par. » »	= 20,31 würtemb. K.Z.	1 würtemb.	» »
			(von 13°75 nach Bohnenberger),
	32 grossherz. hessische K.Z.	1 neuhessisch.	Pfd. W. von 4°.

Daraus sieht man, der wievielste Theil des Pfundes der gebrauchte K.Z. repräsentirt, z. B. $^{1}/_{26,65}$stel, wenn ein rhein. K.Z. u. 1 nürnberger Pfund gemeint war, oder $^{1}/_{32}$stel, wenn, wie in Schriften der neuen süddeutschen Schule, ein hessischer K.Z. u. ein Pfund von 500 Grammen gemeint ist. Man multiplicirt nun diesen Bruch ($^{1}/_{26,65}$) mit der Zahl der K.Zolle (z. B. mit 5), Jetzt setzt man das Verhältniss an 26,65 : 5=10000 : x, um das Verhältniss des Gasvolumens zum Wasservolumen (=10000) zu erhalten, woraus mit Hülfe der Tabelle über das Verhältniss des Gewichtes des Wassers zum Gewichte des betreffenden Gases das Gewicht des Gases erhalten wird, welches in 10000 Gewichtstheilen W. enthalten ist.

Wo man nicht weiss, wie viele K.Z. Raum der Chemiker dem Pfunde (der Gallone etc.) zuertheilt hat, oder ob der Chemiker von einem preussischen oder nürnberger Pfunde spricht, ist man auf ungefähre Annahmen angewiesen, selbst, wenn man weiss, ob der Chemiker rheinische oder pariser K.Zolle gemeint hat. Man hat dann 1 rh. K.Z. Kohlensäure zu 0,54—0,58 nürnberger oder preuss. Granen zu veranschlagen, 1 rh. K.Z. Schwefelwasserstoff zu 0,417—0,45 Granen. Wenn pariser K.Z. gemeint sind, müssen diese Werthe um $^{17,8906}/_{19,836}$ erhöht werden. Man kann auch die Reduktion vornehmen, wenn man weiss, wie viel Grane das Pfund (die Gallone etc.) hat (vgl. eine Tabelle am Schlusse dieses Bandes) u. wie viel Grane 1 K.Z. des Gases angesetzt ist. Bei derartigen Reduktionen pflegen übrigens in balneologischen Schriften die gröbsten Fehler vorzukommen. Ist als Temperatur eine andere als 0° u. als Barometerstand ein anderer als 760 Millim. bei der Angabe der Kubikzolle verzeichnet, so muss auch deshalb noch eine Reduktion vorgenommen werden.

§. 20. Annahme und Abgabe der Luft von Wasser überhaupt.

Um wissen zu können, ob ein bestimmtes W. sich durch seinen Luftgehalt auszeichne, muss man vorher wissen, wie viel Luft das gemeine W. zu enthalten pflegt. Alles W. hat nämlich die Fähigkeit Luft zu absorbiren oder in sich zu verbergen, u. Luft zu enthalten, ohne dass sie als Bläschen sichtbar ist. Jede Luftart, wenn sie allein mit dem W. in Beziehung tritt, hat eine Grenze, über die hinaus sie keinen weitern Eingang ins W. findet. Diese Grenze wird von der Temperatur und der Grösse des Luftdruckes mit bestimmt.

Je wärmer ein Wasser ist, desto weniger hat es nämlich diese Fähigkeit, Luft in sich aufzunehmen oder zu behalten. Sehen wir uns nur ein Glas an, das an einem kalten Brunnen mit W. gefüllt wurde und eine Zeit lang in einem wärmern Zimmer gestanden hat, so finden wir es mit einer Unzahl kleiner Luftbläschen beschlagen, die, durch die Wärme aus dem W. vertrieben, wieder ihre elastische Form angenommen haben und, wo sie eben einen Anhaltspunkt fanden, gewissermaassen ankrystallisirten. Wenn die Wärme

plötzlicher und heftiger einwirkt, entweichen die gebildeten und vergrösserten Luftbläschen, indem sie die Adhärenz an den Wänden schnell verlieren und gefüllt mit Wasserdampf *), der, je mehr er nach oben steigt, desto mehr wegen des abnehmenden Wasserdrucks sich und damit das Luftbläschen ausdehnt, dieses spezifisch leichter macht und schnell zur Oberfläche führt. Die Wärme ist auch das gewöhnlichste Mittel, das der Chemiker anwendet, um die Luft aus dem W. zu vertreiben und dann die vertriebene Luft in einem calibrirten Raume abmessen zu können, nachdem sie wieder kalt geworden ist. So leicht aber die ersten Lufttheilchen entweichen, so hartnäckig hält das W. den letzten Antheil zurück.

Ein je grösserer Luftdruck auf dem W. lastet, um so mehr Luft hält das W. bei demselben Temperaturgrade bei sich, ohne sie abzugeben **).

Je weniger feste Stoffe das W. in flüssiger Form birgt, um so mehr Luft kann es im Allgemeinen in Form tropfbarer Flüssigkeit bewahren. Ebenso verwehrt gewöhnlich eine Art Luft, die sich im W. befindet oder Einlass fordert, einer zweiten Art die Lösung.

§. 21. Menge des von reinem Wasser unter einfachem Luftdrucke absorbirten Stickstoffs u. Sauerstoffs. Luft des Regenwassers.

Nec miror si locus atque aër aquas inficit, similesque regionibus reddit, per quas et ex quibus venit. Seneca.

Ueber die Menge Stickstoff (N), welche reines, von anderer Luft freies W. bei 760 Millim. Luftdruck aufnehmen kann, hat Bunsen (1853) Folgendes durch Versuche gefunden.

Eiskaltes W. nahm 203 Zehntausendtel seines Umfanges ***) Stickstoff an, 5° C. warmes W. 179 Z.T., 10° warmes 161 Z.T. (nur etwa 0,2 Z.T. des Gewichtes vom W.), 14° warmes 150, 20° warmes 140 Z.T.; viel weniger, als Saussure früher gefunden haben sollte, dem es angeblich gelang, ein W. von 18° mit 420 Z.T. zu imprägniren.

Für Sauerstoff (O) ergaben sich nach Bunsen folgende Zahlen: bei 0° 411, bei 5° 363, bei 10° 325, bei 15° 299, bei 20° 284 Z.T.

*) Die Luft ist die nächste Triebfeder zu der wallenden Bewegung des Wassers, die wir Sieden nennen. Die gebildeten Luftbläschen geben dem Wasser Raum zu verdunsten, so dass der Wasserdampf nach und nach entweichen kann. Flüssigkeiten, die durch längeres Sieden schon luftfrei sind, stossen sichtbar mehr auf dem Feuer. Luftfreies W. soll erst bei 135° zu sieden beginnen, aber dann so plötzlich, dass es die Gefässe zerreisst (? L.) (Denny in Anal. de Chim. 1846).

Beim Sieden der Meteorwasser fand Lampadius, dass sich vor dem Sieden nur etwas über 1 Prozent der Luft entwickelte (?), erst beim Sieden kam die grösste Menge, während desselbens dauerte noch 10—12 Minuten eine schwache Gasentwicklung fort.

**) Perkins fand, dass die bei einem Drucke von 500 Atmosphären vom W. verschluckte Luft nach aufgehobenem Drucke nicht wieder frei werde. (? L.) Kastner Handb. d. angew. Naturl. I, 1849, 170.

***) Ich halte in diesen Paragraphen, die sich auf Stickstoff u. Sauerstoff beziehen, noch die Berechnung auf Volumina bei, weil sie übersichtlicher ist, als die mit den viel kleinern Gewichtszahlen. Z.T. steht statt Zehntausendtel.

Volumen. Auch hier haben ältere Beobachter die Auflösungsfähigkeit grösser gefunden.

Kommt das W. aber in Berührung mit einem solchen Gemische von *O* u. *N*, wie die atmosphärische Luft ist (*N* 79 Vol., *O* 21 Vol.), so nimmt es nicht so viel von jedem der beiden Gase an, im Ganzen nur: bei 0^0 247 Z.T. Luft (Summe von *N* u. *O*), bei 9^0 199, bei 15^0 180, bei 20^0 170 Z.T. des Volumens vom W. nach Bunsen. Doch soll nach Versuchen anderer Chemiker (Saussure, Dalton, Boussingault) das der freien Atmosphäre ausgesetzte W. wohl 400—500 Z.T. seines Volumens Luft verschlucken können. Schüttelte Magnus W. von 0^0 mit Luft, wobei das Luftquantum also beschränkt war, so nahm es im Ganzen 235 Z.T. oder *O* 61,1, *N* 173,9 an.

In Berührung mit reinem Stickstoff nimmt das W. also bei 0^0—20^0 203—140 Z.T. Volumen oder für 10000 Gewicht des W. 0,25—0,18 Gewicht auf.

Für reinen Sauerstoff sind diese Verhältnisse 411—284 Vol. oder 0,59—0,41 Gewicht. Dem Volumen nach wird also vom reinen W. ungefähr doppelt so viel Sauerstoff als Stickstoff aufgenommen, wenn beide ihm rein geboten werden.

Sonderbar u. doch einem physikalischen Gesetze entsprechend ist es, dass die Luft, die das W. aus der Atmosphäre aufnimmt, in ihrer Mischung also nicht der Atmosphäre entspricht. Die grössere Zuneigung des W. zum *O* veranlasst ein relatives Uebergewicht des *O* zum *N*.

Wird dem W. Luft geboten, wie sie in der Atmosphäre ist, so kann man, ohne grossen Irrthum zu machen, annehmen, dass es auch hier eine doppelte Verwandtschaft zum Sauerstoff habe. Da nämlich die Atmosphäre aus 21 Vol. Sauerstoff u. 79 Stickstoff besteht, nimmt es 2×21 Vol. *O* auf 79 *N* auf, so dass 34,7 Prozente der aufgenommenen Luft Sauerstoff sein müssten. Das ist nun zwar nicht genau richtig, aber kommt doch ungefähr mit den Resultaten überein, die aus complicirtern Formeln abzuleiten sind.

Nach den ältern Versuchen von A. v. Humboldt u. Gay-Lussac (1819) ergab sich, dass destillirtes W. an der Luft 4,19 % (anderes minder reines W. etwas weniger als diesen Betrag) Sauerstoff mehr aufnahm, als selbst die Dalton'sche Theorie fordert, nach welcher in der vom W. absorbirten Luft 28,61 *O*, 70,27 *N* 1,12 % CO^2 enthalten sein sollten. Bei Regenwasser hatte die Luft 31 % *O*. Vgl. Humboldt *Kleine Schrift. I, 1853, 147, 188, 190.

Wurde 1 K.Z. atmosphärischer Luft mit zehn K.Z. W., woraus alle Luft durch Kochen entfernt war u. das vor dem Absperren siedend heiss war, (1—8 Tage lang?; bei welcher Wärme?) in Berührung gelassen, so betrug die zurückbleibende Luftmenge 0,721—0,906 K.Z.. Das Maximum der Absorption war 279,3, das Minimum 93,8, das Mittel 172 Z.T. Vol. vom W.. Das Verhältniss des absorbirten Sauerstoffs zum Stickstoff war sehr wechselnd, im 2. Versuche z. B. fast wie 1 : 2, im 4. Versuche wie 13,8 : 0. Thomson Records Sept. 1836, 170—178 oder Pharm. Centralbl. 1836.

Stand über ausgekochtem Flusswasser die daraus ausgekochte Luft mit etwa 29 % *O*, so sank allmälig ihr Gehalt an *O* auf 19. Stand gewöhnliche atmosphärische Luft mit etwa 21 *O* über gemeinem W., so blieb die Luft so ziemlich unverändert; der *O*-Gehalt fiel nicht unter 17. (Derselbe.)

Da der Regen dem destillirten W. hinsichtlich der Gas-Aufnahme fast gleich zu setzen ist, muss er beim Herabfallen eine Luft aufnehmen, die

etwa 34% Sauerstoff enthält. Es ist dies auch wirklich der Fall. Regen von — Graden enthielt Gase von folgender prozentlichen Mischung.

von 0°	N 63,2	O 33,8	CO^2 2,92	nach Bunsens Berechnung!
11° od. 14°2	64,47	33,76	1,77	nach Baumert *),
von 20°	63,69	34,17	2,14	nach Bunsen (Annal. d. Chem. XCIII),
?	68	32	·	nach Péligot **),
?	66,1	31,2	2,6	nach Lampadius ***).

Hassenfratz hatte 32—40 % Sauerstoff in der Luft des Regens gefunden.

§. 22. Luft des Eises u. des Eiswassers in grössern u. geringern Höhen.

Im Eise fand *Schlagintweit 610 Z.T. Luft u. mehr Luft eingeschlossen. 1 Pfund Firn gab (in Eis übergehend) nach Vogt u. Nicolet bei einem Luftdrucke von 21 p. Zoll nur 1,2, weisses Eis 0,28, blaues Eis 0,02—0,02 (0,03?) K.Linien Luft (*Verh. d. schweiz. nat. Ges. 1842, 89). Wahrscheinlich ist hier bloss von der Luft Rede, die beim Schmelzen fortgeht.

In einer M.Höhe von 2640 Metern fand Boussingault noch $^{14}/_{35}$, bei 3000 M. aber $^{11}/_{35}$ der Luftmenge im W., welche das W. am Meeresspiegel bei 760 Millim. Druck enthielt.

*Schlagintweit fand im W. von hohen Gebirgen in

W. aus weissem Gletschereis	456,8—471	Z.T.	Vol.	Luft
» » frischem Schnee	342,4	»	»	»
» » blauem Gletschereis	304,8—285,8	»	»	»
» » Firn	236	»	»	».

(Poggendorfs Annal. LXXX, 117.)

Das W. des Glezingletschers in den Gebirgen von Allevard (Isère) hielt in 10 Litern 18 C.C. $O+N$ u. 80 C.C. CO^2. Der Sauerstoff betrug fast genau die Hälfte vom Stickstoff.

Wenn Gletschereis aufthaut, so behält es einen Antheil (mit 29% O) der in ihm mit 25% O eingefrorenen Luft, welcher sauerstoffreicher ist, als der, welchen es mit 16,4% entlässt (*Schlagintweit).

Im Schnee des Chimborasso waren 17% der Luft Sauerstoff, (im Schnee?) am Meere 18,6 —19% (Boussingault). Schneewasser hatte 28,7% O, überhaupt fast ebensoviel Luft wie Seine-W. . Das Eiswasser hatte nur ungefähr halb so viel Luft als gewöhnliches W. (*A. v. Humboldt). Es entliess sie erst bei 60°. Das W. des Gletschers, in einer Höhe von 2259 Metern aufgenommen, hatte O, N u. CO^2 in denselben Verhältnissen bei sich, wie andere fliessende W., wenn man den geringen Atmosphärendruck mit in Rechnung brachte (*Comptes rend. XXVII, 358).

Lampadius fand in 10000 Vol. Schneewasser O 75, N 170, CO^2 10 Z.T. Vol. .

---

*) Dieser Regen war nach mehrstündigem Regnen aufgefangen. Vgl. Liebig u. Kopp Jahresber. 1853.

**) Die CO^2 betrug 2,4 oder 0,24 Prozente.

***) Lampadius fand diese Mittelzahlen bei einem starken Gewitterregen. Die Gesammtsumme der Gase war 310 Z.T.. Dieser Versuch ist zu alt, um noch besondere Beachtung zu verdienen.

§. 23. Luft der Flusswässer.

Gesammtmenge der Luft in Flusswässern. Nach Schlagintweit halten die Alpenbäche 130—260 Z.T. Luft bei sich. Maumené fand, wie man aus seinen Mittheilungen berechnen kann, durchschnittlich von 4 Versuchen im Flusswasser 307 Z.T. (höchstens 334) Gas, worin CO^2 60,2 (höchstens 80). Compt. rend. XXXI, 270. Boussingault fand in verschiedenen Flusswässern 111—378 Z.T. Luft, worin 5,8—54,8 CO^2, Morren im W. der Loire 325—414 Z.T. Luft mit wenig CO^2, im W. des Maine 350—486 Z.T..

Clyde	311,3	Z.T.	Luft	Th. Thomson.
Saône	323—359	»	»	Bineau.
Rhone	245—476	»	»	»
Doubs	455	»	»	Deville.
Tet	320	»	»	Bouis.
Garonne	406	»	»	Deville.
Rhein	309	»	»	»
Mosel	273	»	»	Langlois.
Ein Flüsschen	464	»	»	»
Seine	532	»	»	Poggiale.

Also sind nicht leicht 500 Z.T. Vol. Gas in 10000 Vol. Flusswasser.

Flusswasser, worin so wenig Salze sind, dass es dem Regenwasser fast gleich zu setzen ist, kann eine eben so sauerstoffreiche Luft, wie Regen, enthalten; doch kann auch ein Theil des Sauerstoffs verschwunden sein.

Seinewasser enthielt nach v. Humboldt eine Luft mit 31,9 % Sauerstoff, W. der Loire eine solche mit 32,8 % O u. 67,6 % N u. 2—3,2 % CO^2 nach Morren, solches des Maine-Flüsschens eine von 20,8—30,6 O, 69,25—79,11 % N, 5—21,2 % CO^2 nach Demselben. Rhein-W. eine mit 24 O, 51,4 N, 24,6 CO^2 nach Deville. Nach Fontenelle hatte die Luft von Fluss- u. Bachwasser 31,5—31,7 % O. Auch Poggiale gibt 31,04 % O an. (Das stimmt aber nicht mit der Angabe, dass im Seine-W. 9 O auf 20 N seien.) Das W. des Clyde, der Glasgow das W. liefert, hatte eine Luft mit 29 % O nach Thomson. Baumert traf 28,73 % O u. 0,9 CO^2 in der Luft des Oderwassers (Moleschott Nahrungsmitt. 391). Auch Péligot fand in der Fluss-Luft 32 % O (Compt. rend. 50, 1124).

In 10000 Vol. Flusswasser waren Vol. Sauerstoff u. Stickstoff:

	O	N	Chemiker.
Seine von 1—5°	90—120	220—240	Poggiale. (90 O, 200 N, 233 CO^2 nach Henry's Referat.)
„ „ 19—26°	50—60	110—180	„
Verschiedene Flusswässer	10—114	5—170 meist 130	Boussingault u. Bobière.
„	82	190	Maumené als Maxima.
4 Flüsschen	69,3	190	„ durchschnittlich.
Vesle oberh. Reims	82	187	„
Doubs oberh. Besançon	95	182	Deville (Maxima).
Rhone	87	222	Bineau „
„	84	184	Deville.
Garonne	79	157	„ „
Mosel b. Metz	78	155	Langlois.
Rhein b. Strassburg	74	159	Deville.
Flüsschen?	68	136	Langlois.

	O	N	Chemiker.
Saone	62	156	Bineau (Maxima).
Tet	60	150	Bouis "
Schelde b. Cambrai	58	176	Tordeux.

Flusswasser absorbirte noch viel Sauerstoff, ohne ein gleiches Volumen Stickstoff abzugeben (*v. Humboldt).

§. 24. Sauerstoff u. Stickstoff der gemeinen Wässer.

Die Analysen zu folgender Tabelle finden sich zerstreut im Annuaire des Eaux 1851, I, in Carpi Esame fisico-chem. delle acque potab. di Roma 1831 u. anderwärts.

Quellen oder Brunnen:	Sauerstoff Vol. in 10000 M.W.:	Stickstoff	nach dem Chemiker:
Rodez, die besten		bis 253	Blondeau.
" die mittelmässig.	bis 102	bis 234	"
" die schlechten	" "	" 410 *)	"
Metz	56—90	112—203	Langlois.
" 7 Qu. dort	60—76	145—168	Bineau.
" 4 " "	54—64	150—153	Boussingault.
6 Quellen	50—75	100—167	Deville.
" " durchschn.	61,6	141	"
Vesoul, Brunnen	66	166	Ebelmen.
Besançon 4 Qu.	64	154	Deville.
" 3 Brunnen	41—43	156—202	"
Perpignan 8 Qu. u. Brunnen	40—60	160—200	Bouis.
" -Brunnen	52,5	188	Maumené.
" -Bohrbrunnen	53,6	182	Maumené. **)
Rom 10 Trinkw.	45,4	121 durchschn.	Carpi.
"	61	152 höchstens	"
Grenelle, artes. Brunn.	36	130	Payen. (CO^2 15)
Qu. eines Bergstroms	49	40	?
Reims artes. Brunn.	54	163	Maumené.
Zwei kalte Qu. ***)	38—105		Filhol.

Die gemeinen Brunnen enthalten also eine Luft, die ein Verhältniss von 1 Vol. O zu 2 Vol. N, wie im Regen, darbietet, nur selten. Fast immer ist der Gehalt des Sauerstoffs gesunken. Ausnahmen kommen zwar vor, z. B. Brunnen von (oberflächlich verlaufendem?) W. in Jena u. Weimar ****), ein

*) Dieser Brunnen enthielt Nitrate!

**) Bouis soll im Bohrbrunnen *O* 40, *N* 175, CO^2 150 gefunden haben.

***) Nach 10 Analysen 160—370 Luft im Ganzen.

****) Die Jena'schen W. enthielten nach Döbereiner (1817) 250—300 Z.T. einer Luft mit 33—33,5 % Sauerstoff (also die Volumina betreffend ähnlich gemischt wie das oxydirte Stickgas). Zu Weimar hatte bei allen Qu., die in der Nähe der Ilm entspringen u. aus Tiefen hervorkommen, das mit Gyps u. kohlens. Kalk reich geschwängerte W. in sich eine Luft mit ebenviel oder weniger Sauerstoff begabt, wie in der Atmosphäre (also nur 21 % ? L.); wogegen die höhern, mit etwas Chlorcalcium versehenen W. (nicht tief filtrirtes Regenwasser L.) eine wie das oxydirte Stickgas gemengte Luft hielten. Das W. der letzten Qu. wird im Gebrauche dem ersten, worin auch keine Fische leben können (? L.) vorgezogen. Ein Teich, worin Forellen roth wurden, enthielt ausser kleinen Mengen verschiedener Kalksalze (ohne Eisen) 165 Z.T. Vol. einer Luft, die „wie die Atmosphäre aus 4 Vol. *N* u. 1 *N*“ — so steht wörtlich da, ist aber wohl mehrfach verdruckt — zusammengesetzt war. Diese Angaben verdienten eine neue Prüfung.

Brunnen in Besançon, worin *Deville O u. N im Verhältnisse von 32,8 : 64,6 fand; oder das W. von Nocera, worin 1 O auf 1,8 N kommen soll; aber in der Regel ist doch der Sauerstoff so vermindert, dass er nur $^1/_3$—$^1/_4$, seltener aber noch weniger als $^1/_4$ vom Stickstoff beträgt. Zuweilen scheint dies Verhältniss wirklich auf das von O 21, N 79, wie es in der atmosphärischen Luft besteht, zu fallen. So sollen in den Brunnen von Bern die beiden Gase, wie in der atmosphärischen Luft gemischt sein (Müller u. Pagenstecher). Auch in der Qu. der Pader ist ungefähr dasselbe Verhältniss, O 17,2 auf N 68 (*Bischof).

Dieses Missverhältniss von O zu N in den Trinkwässern u. der Unterschied derselben von den unter dem Einflusse der Luft verbliebenen Flusswässern zeigt sich klar, wenn man die Tabellchen von S. 43 u. von S. 44 vergleicht. Man sieht dann, dass Fluss- u. Quellwasser keinen wesentlichen Unterschied bezüglich des Gehaltes an Stickstoff darbieten, dass aber die besten Brunnen u. Quellen kaum den Sauersfoffgehalt der Flusswässer erreichen, obwohl auch die Flusswässer eine Einbusse an Sauerstoff öfters erlitten haben.

In den Quellwässern ist der O grossentheils wohl durch Umwandlung organischer Stoffe, die das W. antrifft (z. B. schon in der Dammerde), verschwunden oder vielmehr aus dem gasförmigen Zustande durch den Oxydationsprozess fixirt. Diejenigen der wasserreichen Qu. bei Göttingen, welche weiter durch ein Mergellager als die andern gehen u. dabei durch Oxydation des darin enthaltenen kohlensauren Eisenoxyduls O abgeben können, enthalten auch weniger davon als die andern.

Nach vielem Regnen wird wohl der Gehalt der Quellwässer an Sauerstoff relativ stärker werden.

Zufolge einer neuen Analyse Péligots enthält die Luft des artesischen Brunnens in Grenelle gar keinen Sauerstoff; sie besteht nur aus N u. CO^2. Der von Payen u. Péligot selbst früher gefundene O rührte von der Luft der Schöpfgefässe her, wovon Péligot sich dadurch überzeugte, dass er die zum Auffassen des W. bestimmten Flaschen vorher mit CO^2 füllte (Compt. rend. 44, 197).

§. 25. Minus von Sauerstoff in den Mineralwässern.

Relativ zum Stickstoff. Während das Regenwasser im Verhältniss zum Stickstoff mehr Sauerstoff aufnimmt, so dass jener zu diesem sich etwa wie 2 : 1 verhält, ist dies bei den meisten M.W. anders. Die in ihnen enthaltene Luft ist durchgängig so beschaffen, dass der Sauerstoff in einem sehr ungünstigen Verhältnisse zum Stickstoff steht.

In einigen italienischen M.W. traf Daubeny (Edinb. new phil. Journ. by Jameson XIX, 1835) das Verhältniss von N u. O in den absorbirten Gasen nach Abzug der CO^2, wie folgt:

	N	O
Qu. bei Torre del Annunciata (Sauerwasser)	84	16
» von Santa Lucia in Neapel	85,5	14,5
» am Lago di Amsanto	91	9
Acqua santa am Monte Vulture	90	10
Am Lago di Solfatara bei Tivoli	90,5	9,5

83,33 Vol. : 16,66 Vol. wären 5 Vol. *N* zu 1 Vol. *O* u. 85,69 : 14,29 6 Vol. *N* zu 1 Vol. *O* oder 85,11 Vol. : 14,89 Vol. wären 5 Gew. *N* zu 1 Gew. *O*, die 3 andern Gasmischungen nähern sich *N* 9 oder 10 Vol. zu *O* 1 Vol..

Ein M.W. von Castellamare gab nach Daubeny ein (absorbirtes?) Gas aus, bestehend aus CO^2 53, *N* 47, *O* 0,5.

In den (wohl nur approximativen) Analysen, die Giulj an toscanischen Wässern anstellte, traf er meistens ein aus CO^2, *N* u. *O* bestehendes Gas, wobei das Verhältniss von *N* zu *O* selten 2 : 1 überschritt, es war 3—7—10 : 1 in einzelnen Fällen; häufiger war es nur 2—1,66—1,33—1,08 zu 1, also war der *O* relativ im Ueberschuss. Die Originalmittheilung über diese vielleicht wenig zuverlässigen, ältern Gas-Analysen steht mir leider nicht zur Einsicht.

Die edlen Wässer gleichen aber darin den gemeinen, dass sie fast immer absolut viel weniger Sauerstoff führen, als gewöhnliches Regenwasser. Dies gilt fast von allen Analysen kalter u. warmer M.W. Wenn also die M.W. vom Regenwasser herrühren, wie man glaubt, so müssen sie entweder aus W. (Schnee, Eis), das wenig *O* enthielt, das in grossen Höhen fiel u. wenig Luft aufgenommen hatte, entstanden sein oder sie müssen auf ihrem Verlaufe *O* verloren haben. Der Verlust kann dann theilweise schon oberirdisch oder in den obern Erdschichten geschehen sein, wie es bei den Flusswässern u. gemeinen Brunnen u. Quellen stattfindet. Ueberall gibt es ja Eisenoxydul, welches auf Raub nach Sauerstoff lauert, u. in vielen Quellen auch Schwefelmetalle, die danach trachten, Sauerstoff zu binden.

Longchamp war der sehr unwahrscheinlichen Ansicht, dass *O* unter einem Drucke von 50—60 Atmosphären sich mit dem Natrium u. Schwefel zu schwefelsaurem Natron verbunden habe. In den 0,5 Grammen schwefelsauren Natrons, die in 10000 Gr. Schwefelwasser vorhanden waren, sah er 0,224 Gramm von 0,258 Gramm des im Regenwasser enthaltenen Sauerstoffs. (Für Gebirgsregen ist übrigens schon 0,224 Sauerstoff genug. L.) Bei den Wässern von St. Sauveur mit 0,386 oder 0,443 jenes Salzes nahm er noch die Oxydation des Kalkes u. der Magnesia in Anschlag, was aber mit unsern jetzigen geologischen Ansichten nicht in Einklang steht.

Es würde zu früh sein, schon hier über das Verhalten des Schwefelnatriums zum ursprünglichen *O* des W. zu sprechen; nur das ist zu merken, dass Schwefelwässer noch freien *O* enthalten können.

Die Abgabe von *O* kann möglichenfalls auch durch Austausch (Diffusion) geschehen, z. B. mit der in porösem Gestein enthaltenen Luft. Gestützt auf die Beobachtung von Moyle, dass die Luft in englischen Bergwerken nur 14,5—18,5 Volumprozente *O* führte u. auf die ähnliche von Leblanc, dass auch in den französischen Kohlenminen die Luft weniger *O* als ober der Erde enthält, könnte man auch die Vermuthung aufstellen, dass das von oben in derartige Räume eindringende W. in einzelnen Fällen diese sauerstoffarme (mit Stickstoff oder Kohlensäure überladene) Luft erst annehme oder gegen eine sauerstoffreichere austausche.

Der *O* kann auch dann gleichzeitig mit dem *N* vermindert werden, wenn er ausgetrieben wird durch Wärme, Reibung, Bewegung, Anschwängerung mit Salzen *), vielleicht auch durch Abgabe derselben an poröse Körper.

---

*) Kochsalzlösungen von 542—72 Z.T. Gehalt nahmen bei 14—16° 28,4—29,3 Z.T. *O* auf. Eine solche von 35 Gehalt nahm bei 16°7 28,9 *O* an. Lösungen von 241—152 Z.T. kohlens. Natron nahmen bei 15°8—16°4 nur 28,2—29,3 Z.T. *O* auf.

Aber fast alle diese Momente wirken viel eher auf die Austreibung des *N* als auf die des *O*.

§. 26. Gibt es Wässer mit mehr Sauerstoff als im Regenwasser?

Höchst selten oder vielleicht nie ist es der Fall, dass der *O* in gemeinen Trinkwässern den *N* überwiegt oder dass er darin stärker vertreten sei, als im Regenwasser, worin er 33—34% der Summe von *O* u. *N* beträgt.

Die Luft des W. von Néris sollte reicher an *O* als Regenwasser sein (nach Robiquet Annal. des sc., 17 août 1835); nach Bussy kommen 38 *O* auf 62 *N*. — Von einer Therme gibt Giulj an, sie enthalte 1,66 Theil *O* auf 1 Theil *N*, wohl eine irrthümliche Nachricht.

Die Gasteiner kalten Trinkwässer sollen ein Gas enthalten, das aus 3 Th. *O* u. 1 Th. *N* gemischt sei, was sehr zu bezweifeln ist.

Wenn *Filhol (Eaux d. Pyrén. 220) von einer ergiebigen Qu. in der Commune Ganties (Haute Garonne), einer guten Trinkqu., spricht, die fast beständig von einem Gase aufwallt, das aus 96 Th. Stickstoff auf 4 Th. Kohlens. besteht, so kann man schon aus der Abwesenheit des *O* im freiwerdenden Gase — obwohl der *O* nicht weniger als 30 % der dem W. inwohnenden Luft beträgt — schliessen, dass kein Ueberschuss von *O* im Verhältnisse zum *N* da war. Foderé soll freilich aus einem Quellwasser bei Nizza von frischem pikanten Geschmacke, welches kein Atom Rückstand gab, eine bedeutende Menge Luft ausgetrieben haben, in welcher ein glühender Draht fast wie in Sauerstoff brannte (*Ernsst Nizza 1839), aber es ist dies noch kein Beweis, dass das W. *O* im Uebermaass enthielt. Beim Austreiben der Luft durch Erhitzen aus M.Wässern kommt etwas Aehnliches vor, da sich aus ihnen dann eine Luft entwickeln kann, die reicher an Sauerstoff als die Atmosphäre ist. *)

Doch könnte der Fall eintreten, dass absolut mehr *O* als *N* vorhanden wäre. Als Thomson destillirtes Wasser noch heiss mit $^1/_{10}$ seines Volumens Luft einige Zeit in Berührung liess, war der absorbirte *O* zuweilen viel mehr als der absorbirte *N* u. von 10000 Vol. W. wurden in 8 Tagen im Mittel 172,5 Z.T. Luft, *O* 92,4, *N* 80,1 absorbirt. Oder wurde der *O* von einer noch im W. vorhandenen organischen Substanz verzehrt?

Gibt es wirklich eine Uebersättigung des W. mit *O*, wie Dalton durch Schütteln von W. mit Luft oder wie de Marty sie durch verlängertes Zusammenbringen von W. mit *O* zu Stande gebracht haben sollen, wobei Letzterer eine Absorption von fast $^1/_2$ Vol. des W. erlangte?

Ich möchte grade kein Gewicht darauf legen, dass das W. unter Umständen von porösen Körpern, die atmosphärisches Gas in sich aufgenommen haben, auch *O* annehmen könnte. Wenn Granit die Hälfte, Thon, Steinkohlen, Steinsalz aber das 6—8 Fache ihres Umfanges *O* absorbiren können, so dürfte ein derartiges Factum aber doch für einige W. von Bedeutung sein.

---

*) Austreibung des Sauerstoffs durch Wärme. *N* entweicht aus dem warmen W. leichter als Sauerstoff, besonders bei M.Wässern, in denen der *O* abgenommen hat. Nach Henry lässt das W. der Crucifixqu. zu Plombières erst bei 70° den *O* entweichen, während es den *N* schon früher abgibt. Die Luft kann ziemlich reich an *O* sein, ohne an der Qu. von selbst zum Vorschein zu kommen; z. B. gibt das W. von Néris auf dem Feuer eine ziemlich sauerstoffreiche Luft ab, an der Qu. aber reinen *N*.

Ein Bohrbrunnen zu Bagues soll, wie das Annuaire des eaux I referirt, 450 Z.T. O neben 180 N u. 160 CO^2 enthalten. Es ist wohl eine Verwechslung der Zahlen vor sich gegangen.

§. 27. Minus von Stickstoff in gemeinen Wässern.

Dass der N der gemeinen Wässer, Flüsse u. Quellen, im Verhältniss zum W. merklich geringer sein kann, als er im Regenwasser ist, aus dem jene gebildet werden, scheint mir nicht dargethan. Eine einzige abweichende Analyse kann hier nicht entscheiden. Ich habe eine solche von der Qu. eines Bergstromes verzeichnet gefunden, die nur 40 Z.T. N (auf 49 Z.T. O) nachweist. Die Qu. entsprang freilich unter schwachem Luftdrucke (657 Mill.). Nach mehreren Cascaden war das Gas des W., abgesehen von einer Vermehrung der Kohlensäure, umgeändert in N 161, O 75 Z.T. des Volumens vom Wasser.

Vielleicht verbindet sich unter gewissen Verhältnissen der N mit Wasserstoff, der sich etwa aus faulenden Substanzen entband, zu Ammoniak oder mit dem O zu salpeteriger Säure. Doch hat eine solche Verbindung wenig Wahrscheinlichkeit.

§. 28. Verschiedenheit der spontan sich entwickelnden Gase u. der absorbirt bleibenden.

Wie ein bestimmter Wärmegrad das eine Gas weniger schnell aus dem W. treibt, als ein anderes, so wirken auch alle Umstände, welche den spontanen Austritt der Quellgase ohne Zuhülfe der Kunst veranlassen, verschieden nach der verschiedenen Absorptionsfähigkeit der Gase. Deshalb ist die Mischung der freiwillig entwickelten Gase (ausgenommen bei den Wässern, die fast nur Ein Gas in Menge enthalten) immer eine ganz andere als die der Gase, welche ursprünglich im W. waren, ehe es heraufkam, oder darin blieben, nachdem es an die Luft gekommen war. Besonders häufig trifft man bei solchen Wässern, die weit davon entfernt sind, mit CO^2 gesättigt zu sein, dennoch aber davon mehr haben, als vom N, dass der N in den austretenden Gasen viel stärker vertreten ist, als die CO^2. Dies hängt davon ab, dass das W. weit mehr CO^2 zurückhalten kann, als N, womit es viel eher gesättigt ist. So haben z. B. die austretenden Gase der Thermen zu Teplitz fast alle 92,5—94,8 % N, während der Rest fast nur CO^2 ist, wogegen das W. selbst durchschnittlich etwas mehr CO^2 als N, besonders aber mehr als O enthält. In einer Therme von Bourbon l'Archambault war die Mischung des gelösten Gases wie unter I, die des freien wie unter II, nach Hattier.

	I	II
N	18,9	43,2
O	2,2	10,1
CO^2	76,2	66,7
	97,3	100

§. 29. Stickstoffentwicklung aus Quellen, namentlich aus kalten.

Nimirum quia sunt in aqua permulta vaporis
Semina, de terraque necesse est funditus ipsa
Ignis corpora per totum consurgere fontem
Et simul exspirare foras exireque in auras
Non tam viva tamen, calidus queat ut fieri fons.
Lucret. VI, 883.

Viele Quellen geben reinen oder mit andern Gasen gemischten Stickstoff ab gleichzeitig mit ihrem Erscheinen an der Erdoberfläche. Es sieht dann so aus, als ob zwischen dem W. der Quelle auch Gasblasen hervorkämen. Diese Gasblasen erscheinen bald hier bald da im Quellbecken; oft gehen sie vorzüglich von einer Stelle aus und reihen sich dann perlschnurförmig oder gruppenweise aneinander. Sie sind meistens schon im elastischen Zustande vorhanden, ehe das W. ans Tageslicht kommt, u. überwinden öfters einen Wasserdruck von der Höhe mehrerer Fuss; wird aber diese Wassersäule weggenommen, so pflegt die Entwicklung stürmischer zu werden. Ihr Erscheinen ist gewöhnlich durch längere oder kürzere ruhige Zeitpunkte unterbrochen. Dieses freiwillig hervorkommende Gas wird spontanes genannt.

Die kalten Qu. von Mallon (Grafsch. Cork) u. von Batrin bei Clonwell entwickeln aus sich ein Gas, das aus N 94 u. O 6 besteht. — Die nur 7^0 warme Qu. von Porla, die ein Gas entwickeln soll, das auf N 6 Theile CO^2 1 Theil (85,7 : 14,3) enthalten soll, ist insofern eine M.Qu., als sie einen gewissen Ueberschuss von CO^2 hat. —

Sehr reine absinkende wasserreiche Quellen (mit 4,5 Salzgehalt in 10000) bei Göttingen, entwickeln beim Hervorquellen beständig ein Gas (wohl vornehmlich N) mit 8—9, ausnahmsweise 18,8 % O, also mit weniger O als in der Atmosphäre ist. Diejenigen derselben, welche weiter durch ein Mergellager gehen, als die andern u. dabei durch Oxydation des Eisenoxyduls O abgeben können, entwickeln auch weniger O als jene. Das durch Kochen ausgetriebene Gas war über ein Viertel CO^2; auf 10000 Vol. W. kamen N 351 Vol., O 79, CO^2 130; also sind auch diese W. von gewöhnlichen Quellwässern zu unterscheiden. Cf. Annal. der Chem. L, 1845, 363. In der Commune Ganties (Haute Garonne) sind, wie gesagt, sehr ergiebige Qu., die ein gutes Trinkwasser bieten, das eine Luft mit 30% O enthält, aber doch beständig von einem Gase in Bewegung gehalten wird, welches aus N 96, CO^2 4 besteht.

§. 30. Stickstoff-Entwicklung aus warmen Quellen

der verschiedensten Art ist keine seltene Erscheinung. *) Solche stickstoffabgebende Qu. sind z. B. die von Leuk, Baden-Baden, Aachen, Buxton, Monghyr in Indien (Asiat. Journ. No. 85), Yalova in Kleinasien [73^0,7] u. viele andere. Beachtenswerth wegen des Stickstoffs sind die Rensselaer M.Qu. (New-York); aus 3 Qu. entwickelt sich eine ausserordentliche

*) Nicht alle Thermen kommen jedoch mit Gas-Blasen ans Tageslicht. Zu Gastein quillt z. B. gar kein Gas mit dem W. hervor, obschon es 312 Z.T. Gas gelöst hält, wovon 202 Z.T. Stickstoff sind. Gimbernat fand im J. 1804 keine Spur von Thermalgas.

Menge Blasen von N, die aus dem Kiesboden unter dem W. hervorquellen. Eaton Geol. surv. of Renss. County; Albany, 1822. —

Der abgegebene N ist zuweilen fast ganz rein, wie z. B. bei warmen Qu. auf Ceylon, die nur Spuren Kochsalz u. etwas Kohlensäure enthalten; ferner ist bei fast allen Thermalwässern des Pyrenäen-Gebiets der Stickstoff ganz unvermischt (Anglada, Longchamp). — Das warme W. von Lenk hält nach Bouvin kaum 110 Z.T. Vol. N, gibt aber fast reinen N ab. Brunner (1828) fand: N 98,5—98,8, O 0,46—0,27, CO^2 1,02—0,96; Morin aber: N 93,45 O 1,36, CO^2 5,17. — Das von selbst ausgehende Gas der Wildbader Thermen, jüngst von Fehling analysirt, enthielt fast bei allen Quellen zwischen 94,9 u. 96,8 % N, 1,5—3,2 O, 1,9—3,6 CO^2. Auch in demselben Bade variirte der O von 1,8—3,2, die CO^2 von 1,9—3,6. — Zu Teplitz kann der Betrag des Stickstoffs im entwickelten Gase 88—99 % nach Ficinus (1828), 92,5—94,8 nach Wolf ausmachen. Bei mehreren Qu. waren 0,67—1,75 % O vorhanden; das Uebrige war Kohlensäure (4,7—5,8 %). Nach Ficinus entwickelt sich bald CO^2 u. N, bald reiner N aus derselben Therme (Froriep Notiz. 1824; VII, 210). — Aehnlich ist das Gas der Thermen von Bath gemischt: N 91,9, O 3,8, CO^2 4,3. (Nach Daubeny ist das Verhältniss von N zu CO^2 = 24 : 1 [?].) — In Baden-Baden sollen die Thermen N entwickeln, die Höllenqu. auch etwas CO^2.

Bei andern warmen Quellen ist der Antheil der spontanen Gase an CO^2 viel bedeutender. In der Aachener Kaiserqu. macht der N etwa 67 % der spontanen Gase aus; das Uebrige ist fast nur CO^2; bei der weniger warmen Corneliusqu. steigt der N bis 81,7 %. Bei den geschwefelten Burtscheider Qu. schwankt der N zwischen 71 u. 87, beim fast nicht geschwefelten Kochbrunnen zwischen 52 u. 68; bei der heissesten Qu. macht er 71,3 % der Mischung aus. — Beim spontanen Gase der Thermen von Baden im Aargau beträgt der N 66 % (nach Fontan 76); das Uebrige ist wieder fast nur CO^2 bei all' den genannten Quellen. — Auch das Thermalgas von Abano enthält einen guten Antheil CO^2. — Nach Durands Referat lassen die Thermen von Bourbonne ein Gas fahren, das N 77,5 O 4,5, CO^2 18 enthält. — Bei Liebenzell soll die CO^2 den N überschreiten (52 : 41—44). — Von Gasen, die zum grössten Theile aus CO^2 bestehen, wie das der Thermen von Meskoutin, das nach Tripier aus CO^2 97, N 2,5, SH 0,5 besteht, wird an anderer Stelle gesprochen.

Bei einigen heissen Qu. in Südamerika kommt reiner N oder mit CO^2 gemischter hervor (Boussingault u. Riveiro in Berzelius Jahresber. IV, 1825). Es ist hier wohl Rede von der Therme von Mariara u. dem sehr reinen W. von Onoto, welches eine Spur Alkali u. etwas Kieselerde enthält u. beständig Blasen von N auswirft. —

Die spontanen Gase der Thermen von Plombières bestehen vorzugsweise aus N (für die sehr warmen Qu. von durchschnittlich 69°5 98,2 % N, für die 56°8 warmen 94,4 % N, für die lauen von 29°6 81,4 %) u. etwas O, der für die heissen W. sehr unbedeutend ist: 1,1 %, für die warmen: 5,2 u. die lauen schon: 17,4 % beträgt. Je weniger warm die Qu. sind, um so mehr nähert sich also die Gasmischung der der Gase des gewöhnlichen W.. Auch die CO^2 fällt u. steigt nach den Temperaturgraden (0,7—1,22 %).

Dieselben Qu. zeigten aber, zu verschiedenen Zeiten untersucht, bedeutende Unterschiede (z. B. in 2 Qu. 2,1—5,7 % u. 0,4—3 % *O*, 0—1,4 u. 0,3—2,8 CO^2).

Auch die absorbirten Gase der dortigen Thermen nähern sich um so mehr denen der gemeinen W., je kälter sie sind. In den auf dem Felsen gefassten Thermen von 69°3 verhält sich *O* zum *N* wie 14,4 : 85,6, in den 40°5 warmen wie 26,1 : 73,9, in den 27°1 warmen wie 29,5 : 70,5. Die lauen Qu. stehen schon den kalten mit *O* 31,4 auf *N* 68,6 ganz nahe.

§. 31. Vom Wasser absorbirte Gase einiger Thermen.

Es waren in 10000 Vol. W. Volumina Gase:

Therme zu:	Quellwärme C°.	*N*	*O*	CO^2	Chemiker.
1. Liebenzell	ca. 24°	270	33	801	Sigwart? 1824.
2. Landeck (Marienqu.)	29°	170		110	Fischer 1834. Noch eine Spur *SH*.
3. Pfäfers	37°	370	130	415	Pagenstecher 1832.
4. Lavey	40°?	278		43,4	Baup. Noch *SH* 35.
5. Gastein	ca. 42°	202,5	90,5	18,8	Wolf 1846.
6. Aachen (Kaiserqu.)	55°	127,8	17,6	1269,4 *)	Bunsen 1850.
„ (Rosenqu.)	47°	147,1	0	1454	„
7. Bagnères de Luchon		173,7	20 **)		Filhol.
5 Quellen		130	40		„
		115,2	44,8		„
		227,1	47,9		„
		168	32		„

In Baden-Baden sollen auf 10 Z.T. CO^2 30 Z.T. $N + O$ kommen (Fontan). Ueber Plombières s. §. 30, über Baden im Aargau §. 32.

Mehrere der genannten W. sind Schwefelwässer, in denen der *O* durch den Schwefel oder organische Stoffe vermindert worden ist. Diejenigen, welche noch am meisten *O* enthalten, Pfäfers u. Gastein, sind nicht geschwefelt.

§. 32. Verhältniss des Stickstoffs zur Wassermasse in einigen Thermen. Gewicht des Stickstoffs in Mineralwässern.

Es ist die Frage aufzuwerfen, ob warme Wässer, die Stickstoff von selbst entwickeln, mehr *N* enthalten oder vielmehr vor der Entwicklung enthielten, als gewöhnliches Regen- oder Flusswasser.

Die Analyse vieler solcher Thermalwässer weist keinen besondern Reichthum an *N* nach; z. B. enthält das Thermalwasser von Baden im Aargau 159—165 Z.T. *N*, 5,6—7,7 *O* u. 45—43 CO^2 nach Löwig; aus diesen Qu. kommt aber ein Gas herauf, das zu $^2/_3$ aus *N*, zu $^1/_3$ aus CO^2 (neben Spuren von *O* u. von *SH*) besteht. Die Thermen von Teplitz halten

*) Ausserdem noch Grubengas: 5,2 in der Kaiserqu., 8,9 in der Rosenquelle. Der angegebene *O* wird von Liebig als eingeschlichen betrachtet. Bei zwei andern Thermen war das Verhältniss von *N* zu $CO^2 = 1:10$ nicht vorhanden.

**) Der *O* wechselte in den Schwefelwässern von Luchon relativ zum W. u. zur Gesammtmenge der Luft, wovon er 8,2—28 % ausmachte.

bis 190 Z.T. Vol. *N*, die von Aachen 73—128, die von Karlsbad 89—210, die von Mehadia 130—190, die von Cauterets 40.

Aber, wird man vielleicht sagen, diese Thermalwässer konnten gewiss nicht zur Analyse aufgegriffen werden, ehe sie ihren Ueberfluss an *N* abgegeben hatten u. es ist natürlich, dass ein W., das schon *N* abgegeben hat, nicht zu viel mehr davon enthält. Dieser Einwurf ist an sich sehr richtig, aber man hat auch die Quantität des entweichenden Gases in einzelnen Fällen gemessen u. gefunden, dass die Masse der entwickelten Luft gegen die Wassermasse sehr zurücksteht.

Zu Bath (Kingsbath) verhielt sich das ausströmende Gas zur W.-Masse wie 1 : 130 oder wie 77 : 10000. In diesem Gase waren 92 % *N*; also kamen 69 Z.T. Gas aus dem W. hervor, viel weniger als im kalten Regenwasser ist. Nach einer andern Rechnung kamen nur 2310 K.M. Gas auf 550000 K.M. W. oder 42 Vol. Gas auf 10000 Vol. W.

Longchamp gibt an, dass eine Therme zu Cauterets 165,5 Liter *N* (reinen?) täglich entwickelt u. in 35500 Litern noch 40 Z.T. behielt. Zusammen waren also nur 86,6 Z.T. *N* im ausströmenden W. gewesen, wogegen im Regenwasser doch über das Doppelte davon sein kann. *Trois mém. sur les eaux min. 1835, 8.

Die Verenaqu. zu Baden im Aargau (eigentlich zwei verschiedene Qu.) geben 70 K.Z. Gas auf 3600 K.Z. Abfluss. oder 194 Gas auf 10000. Dies Gas scheint nur zu ²/₃ aus *N* zu bestehen; danach wären vielleicht 129 Z.T. *N* in diesem Wasser, mit dem eben erwähnten absorbirten *N* zusammen ca. 290 Z.T.. Es verdiente dies neu untersucht zu werden.

Also kann es sein, dass eine warme Qu., die *N* abgibt, doch nicht mehr *N* enthielt u. beim Erscheinen enthält, als kaltes Regenwasser.

Gewicht des Stickstoffs in Mineralwässern. Wenn das W. bei 0°—20° 203—140 Z.T. Volumina Stickstoff aufzunehmen vermag, so ist das dem Gewichte nach in 10000 Th. W. nur 0,255—0,176. Vergleichen wir damit den von 10 Karlsbader Thermen absorbirten Stickstoff, wie Wolf ihn 1838 bestimmt hat, so finden wir, dass sie kaum ¹/₁₀ dieser Menge fassen, nämlich die heisseste Qu. 0,0267, die weniger warmen 0,0148—0,0267 *). Die Teplitzer Thermen, welche Ficinus gegen 1835 untersucht hat, enthalten meistens 0,11—0,137 Z.T. Gewicht *N*, ja die Hauptqu. des Männerbades 0,248 *N*; diese letztere würde also übersättigt sein, wenn man ihre hohe Temperatur in Betracht zieht. Doch sind neue Analysen abzuwarten. Dasselbe gilt von den Thermen zu Montecatini, worin Tozzetti (1848—53) dem Gewichte nach *N* 1,63—2,01 Z.T. (neben *O* 0,133—0,652, einmal 1,039) gefunden haben soll.

§. 33. Abnahme des Stickstoffes.

Viele M.W. zeigen in der Analyse einen Ausfall von *N*; sie haben nicht so viel *N* als gemeines W.. Zuweilen mag das W., ehe es mineralisirt wurde, nicht die gewöhnliche Menge *N* enthalten haben oder ihn auf

---

*) Die nicht absorbirte CO^2 u. der *N* steigen in diesen Qu. im Allgemeinen (nicht durchgängig), je weniger warm sie hervortreten u. je weniger reich sie an Salzen sind.

irgend eine Weise, etwa durch Aufnahme von Salzen oder durch eine chemische Bindung verloren haben. Was die (freilich problematische) chemische Bindung betrifft, so erinnere man sich, dass *N* mit Wasserstoff u. *HO* in statu nascenti Ammoniak bilden kann u. dass Wasserstoff entsteht, wo W. mit faulenden Stoffen in Berührung ist. Da das W. fast überall organische Stoffe antrifft, kann häufig eine Entwicklung von Wasserstoff vorkommen. Solche W., wobei dieser oder ein ähnlicher Vorgang stattfände, würden den *N* in Form von Ammon, salpeteriger oder Salpetersäure nachweisen lassen. Am häufigsten ist wohl die Wärme Veranlassung, dass der *N* verloren geht u. zwar durch Entwicklung desselben, sobald das aufsteigende W. sich der Erdoberfläche nähert u. der Wasserdruck abnimmt, durch dessen Hülfe mehr *N* im warmen W. gelöst gehalten wurde als einem einfachen Atmosphärendruck entspricht. Ein Beispiel von Abnahme des *N* bietet Karlsbad (§. 32).

Gesalzenes W. nimmt weniger *N* auf als reines W.. Nach Fernet nahm Sodalösung so wie Kochsalzlösung etwas weniger *N* als reines W. an, eine Kochsalzlösung von 35 Z.T. nahm z. B. bei 15°6 142 Z.T. *N* an. Es hat dies aber weniger bei der Aufnahme des *N* als bei der Abgabe desselben seitens der wieder an die Erdoberfläche zurückgekommenen W. zu bedeuten.

§. 34. Mineral-Wässer mit ungewöhnlich viel Stickstoff.

Wir haben von den meisten Wässern, welche *N* entwickeln, gesehen (cf. §. 32), dass sie nicht mehr *N* enthalten, als gewöhnliches, dem *N* ausgesetzt gewesenes, destillirtes W.. Es gibt aber gewiss einzelne Ausnahmen; sie müssen aber sehr selten sein.

Die Sooldorfer Soole (bei Nenndorf; Temp. 13°7) hält nach Bunsen 1078 Z.T. Stickstoff (neben CO^2 1716, *SH* 83,4, Grubengas 39) u. die Nenndorfer Trinkqu. *N* 697,4 (neben CO^2 3145,8, *SH* 169,3, Grubengas 4,94).

Molnar's Analyse (1849) des Ofener Blockbades ergab 540 Z.T. *N*.

Von allen M.Qu. sind keine, die wegen ihres angeblich hohen Stickstoffgehaltes bekannter geworden sind, als die von Lippspringe u. vom Inselbade. Dennoch ist es sehr zweifelhaft, ob diese Qu. mehr *N* als gemeines W. enthalten.

Vorerst sehen wir uns die Beschaffenheit der spontanen Gase an, die sich aus diesen Qu. entwickeln.

Die 18°38 warme, etwas salzige Inselbadqu. entwickelt nach Witting (1855) ein Gas, das aus *N* 97, CO^2 3 zusammengesetzt sein soll. Aber war gar kein *O* vorhanden, wie in der Lippspringer Quelle?

Ueber die spontanen Gase der wärmeren, auch etwas salzigen Lippspringer Qu. haben wir die übereinstimmenden Analysen dreier Chemiker.

In Volumen-Prozenten	Witting 1855	*Brandes 1834 *)	*Bischof 1833.
Sauerstoff	1,5 **)	1,95	2,66
Stickstoff	83,25	82,64	82,44
Kohlensäure	15,25	15,41	14,9
Wärme	21°2	20°2	20°75.

*) Die Zahlen von Brandes geben das Mittel von 3 Untersuchungen.
**) Hier angeblich atmosph. Luft, „worin 2 Sauerstoff".

Diese Qu. entwickelt also ein Gas, worin der N zur CO^2 sich etwa wie 5 : 1 dem Volumen nach (oder dem Gewichte nach wie 3½ : 1) verhält.

Was nun die absorbirten Gase betrifft, so haben wir von der Inselqu. nur eine unzuverlässige Analyse von Witting (1851 od. 55). Es sollten vorhanden sein in 10000 Vol. W. N 898,4 Vol., O 117,2. CO^2 234,4. Dies ist nach den Zahlen berechnet, die Witting vom Pfunde zu 32 K.Z. angibt. Ist auch nicht die Analyse mit einer zu kleinen Menge W. angestellt, so dass ein geringer Fehler durch Multiplication sich vergrössert hat, so ist doch sehr wenig Gewicht auf die Analyse eines Chemikers zu legen, der über das W. von Lippspringe sehr leichtsinnige Mittheilungen gemacht hat. Vgl. Einleitung in d. M.Qu.-Lehre II, 1432.

Leider muss ich dasselbe Urtheil fällen über 2 Analysen der Gase des Lippspringer Wassers, die schon unter sich sehr disharmoniren. Witting fand nämlich

	1855	1836
	im Pfunde W.	
Stickstoff	2,875	1,46
Sauerstoff	,375	,12
Kohlensäure	,75	5,34.

Vermuthlich muss die Analyse von 1836 auf 100 Vol. W. bezogen werden, so dass auf 10000 Vol. W. gefunden worden wären N 146, O 12, CO^2 534, was einen Stickstoffgehalt wie in gewöhnlichem W. ergeben würde. Nimmt man aber an, dass die Zahlen fürs Pfund W. gelten u. dass das Pfund W., wie noch in jener Zeit gewöhnlich geschah, zu 26,14 rh. K.Z. räumlich anzuschlagen sei, so wären in 26,14 rh. K.Z. N 1,46, oder in 10000 Vol. 550 Z.T. Vol. N gewesen. Bei der Analyse von 1855 ist das Pfund W. vom Vf. zu 32 K.Z. angesetzt, es würde dies einen Stickstoff-Gehalt von 900 Z.T. Vol. ergeben. Dass der N aber diese Zahl lange nicht erreicht, sieht man aus der Analyse von Brandes (*Arch. d. Pharm. I, 1, 38) vom J. 1834, wonach das W. enthielt:

N	436 *)	Z.T. Vol.
O	65	„
CO^2	1919	„ .

Damit scheint eine Analyse, die Bischof 1833 gemacht haben soll, fast identisch zu sein (N 440, O 55, CO^2 1617). Diese Analyse wird so in einem Schriftchen von *Pieper referirt, aber leider sagt Referent nicht, woher er sie genommen hat. Da weder in Bischof's Geologie I, wo er von den Lippspringer Quellen u. ihren spontan entweichenden Gasen handelt, noch in dem Journal-Aufsatze, den er über die dortigen Quellenverhältnisse schrieb, von den im W. gelösten Gasen der Lippspringer Qu. Mittheilungen gemacht worden, so muss ich die traditionelle Angabe für apokryph ansehen.

Brandes verfuhr bei seiner Bestimmung in folgender Weise. Das Gas wurde durch Erhitzen einer bestimmten Quantität W. ausgetrieben u. über Quecksilber gesammelt u. erkalten gelassen. Die vom überdestillirten W. absorbirte CO^2 rechnete man zu ¾ des Volumens von jenem. Es ergab sich, dass 10000 Vol. W. 2420 Vol. Gas entwickelten, worin N 436 waren. Vielleicht sind die Zahlen um das Zehnfache irrthümlich zu hoch gegeben. Doch kann man auch einen Fehler in dem sehr mangelhaften Verfahren vermuthen. Wenn Brandes etwa zu wenig CO^2 abzog, so blieb zu viel N.

Der relativ grosse Stickstoffgehalt des Lippspringer W. beruht also nur auf Einer schon ältern unzuverlässigen Analyse. Es wäre um so mehr eine neue Untersuchung nöthig, weil damals die Qu. wohl noch nicht gehörig gefasst u. von den ältern Qu. der Lippe noch nicht geschieden war. Ueber den Stickstoff-Gehalt der Inselquelle ist mein Urtheil noch zurückhaltender.

Ich zweifele nicht, dass zuweilen bei dem Auffangen von M.W. zur Analyse sich Blasen freien Stickstoffes eingeschlichen haben u. dass so der Gehalt einzelner W. an N zu hoch angegeben worden ist.

---

*) Diese Zahl steht nicht in Hörling's Schrift.

§. 35. Stickstoff-Entwicklung durch Wärme.

Beim Erhitzen hält das W. den *O* fester u. länger zurück als den *N*, was besonders dann der Fall sein wird, wenn jenes mit *N* fast gesättigt ist, aber zu wenig *O* enthält. Fing man die aus dem Erhitzen des Regenwassers gewonnene Luft in 4 Antheilen auf, so enthielt der erste 23,7, der zweite 27,4, der dritte 30,2, der vierte 32,5 % *O*. Aehnlich verhielt es sich mit dem Schneewasser, wo die Antheile von 24—34,8 *O* wechselten. Humboldt's Versuche in *Thénard's Chemie I. 271. Cf. §. 26. Die bei geringer Wärme ausgetriebene Luft ist also besonders reich an *N* (76 %), obwohl sie noch nicht den *N*-Gehalt der freien Atmosphäre erreicht. Die aus Brunnenwässern mit wenig *O* ausgetriebene Luft muss relativ um so reicher an *N* sein. Bischof, der die Luftentwicklung der wasserreichen, 9° warmen Qu. der Lippe nicht als Folge erhöhter Temperatur ansieht, glaubt doch, dass aus den übrigen, 12°5 —20°7 C. warmen Qu. der Umgebung der *N* durch die Wärme frei werde: »Die Gasexhalationen aus den übrigen bei weitem weniger wasserreichen Qu. in Lippspringe mögen grössertheils von ihrer höhern Temperatur (9°2, 10°1 —16°6 R.) herrühren. Die Abhängigkeit dieser Gasentwickelungen von der Wärme des W. zeigt sich besonders bei den zahlreichen Qu. in Paderborn. Aus den kalten Qu. entwickelt sich wenig oder gar kein Gas; mit der Temperatur nehmen aber die Gasentwickelungen zu, und aus den wärmsten (18°8—12°96 R.) steigen fast ununterbrochen Gasblasen auf.« (Bischof's Geol. II, 107.)

Folgende Tabelle gibt eine Uebersicht der zuverlässigern Analysen, welche auf die Paderborner Qu. Bezug haben. Alle diese Quellen sind süss, nicht salzig.

Gase. In 10000 Vol. W. sind Volumina von	Paderqu. *Bischof.	Qu. in Karp's Garten. *Bischof.	Lippequellen. *Bischof.	In Allewalts Haus. *Brandes.	Bei der Bockmühle. *Brandes.
Sauerstoff	34,4	49,7			
Stickstoff	136	184,4			
Kohlensäure	379,2	1070.4			
Summe	519,6	1304,5			
Spontane Gase. In 100 Gas:					
Sauerstoff	13,04		5,75	4,39	3,95
Stickstoff	86,96 *)		94,25	95,61	96,05
Temp. der Qu. in CO^2	13°5—16°2	16°06	ca. 10°	10°	10°

Da nach Bunsen 14°—20° warmes W. 150—140 Z.T. Vol. *N* bindet, u. die Paderqu. doch nur 136 Z.T. enthalten, weniger als viele kalten Trinkwässer (§. 24) u. Flusswässer (§. 23), u. da der Sauerstoff dieser Quellen doch sehr niedrig steht, so würden sie trotz der Wärme vielleicht keinen Stickstoff entwickeln, wenn nicht die zugekommene Kohlensäure dieses Streben des *N* nach Freiheit unterstützte. Bischof hat übrigens dieses Gas durch Aufrühren gesammelt, also unter Umständen, wodurch gebundene Gase frei gemacht worden sein könnten.

*) Etwa 6mal so viel dem Gewichte nach vom Sauerstoff.

Es kommt vor, dass aus einer weniger warmen Qu. ein stickstoffreicheres Gas ausströmt, als aus einer benachbarten wärmern. So strömt aus der kühlern Corneliusqu. zu Aachen ein stickstoffreicheres Gas (mit 81,6 % N) mit weniger CO^2 als aus der wärmern Kaiserqu. (67 %), die auch selbst mehr Volumina gelöst behält als jene.

Sebastiansweiler mit 13°75, Liebenzell mit 18°75, Obersulz mit 23°75 Wärme gehören noch zu den weniger warmen, N entwickelnden Qu. (Poggendorf Annal. XXIX, 2 u. 272).

§. 36. Andere Ursachen der Stickstoff-Entwicklung.

Kohlensäure-Aufnahme als Ursache der Stickstoff-Entwicklung. Es ist auffallend, dass in mehreren kalten Qu., aus denen sich ein stickstoffreiches Gas entwickelt, CO^2 schon in ungewöhnlicher Menge vorkommt, was dadurch bewiesen wird, dass es im entwickelten Gase ist. Dasselbe findet statt bei vielen Thermen, die N entwickeln. Da bekannt ist, dass nach dem Diffusionsgesetze CO^2 eine etwas grössere Menge N austreibt, so bedarf also ein W. nur des Zutrittes einer geringen Menge CO^2, um relativ viel N daraus zu verdrängen.

Salz-Aufnahme als Ursache der Stickstoff-Entwicklung. Wenn man ein W. mit Kochsalz sättigt, ist der vertriebene Antheil Luft viel sauerstoffärmer als die absorbirte Luft im Ganzen (*Thénard I, 275). Die Sättigung des W. in der Erde mit Salzen wirkt also wieder vorzugsweise auf die Austreibung des Stickstoffs.

§. 37. Herkunft des Stickstoffes.

Der N, den die M.W., namentlich auch die Thermen enthalten, hat, aller Wahrscheinlichkeit nach, im Allgemeinen keinen andern Ursprung als der N, den die gemeinen W. aus der Atmosphäre aufnehmen, da jene gewöhnlich nicht mehr N enthalten als diese. Die Hypothese, dass die M.W. also, ehe sie als Quellen ans Tageslicht kamen, einmal der gewöhnlichen Atmosphäre und zwar einem einfachen Drucke derselben ausgesetzt gewesen, also damals auch nicht weit von den Erdoberfläche entfernt verweilt haben, wird durch dieses Verhalten des N sehr annehmbar gemacht. Für die wenigen Fälle, in denen der N eine grössere Höhe erreicht, als dem unter einfachem Luftdrucke verweilenden gemeinen W. zukommt, kann man eine der folgenden Ursachen einer vergrösserten Stickstoff-Aufnahme zulassen.

In die Tiefe gezogener Stickstoff. Die erwähnten Quellwässer von Göttingen sollen dieses Gas dadurch erhalten, dass sie, in die Spalten des umliegenden Muschelkalkgebirges niedersinkend, durch kleine Luftsäulen, gleichwie in den Catalanischen Gebläsemaschinen, unterbrochen werden, und dass diese Luft zwischen dem Grus der Erdschicht, durch welches das W. filtrirt wird, in Blasen vertheilt an die Oberfläche kommt (Schwendler in Ann. d. Chem. LV, 363). Man hat sich also wohl zu denken, dass das W. beim Herabfallen in einer nicht geschlossenen Höhlung strudelnd Luft mechanisch

mit sich fortreisse. Bischof stellt sich das Aufnehmen des N von den kältern Quellwässern zu Paderborn in ähnlicher Weise vor. »Das Gas, welches aus den Qu. der Lippe aufsteigt (meist N), kann sich nicht in Folge erhöhter Temperatur entwickeln, denn diese Qu. sind nur 7°2 R. warm. Sie sind aber überaus wasserreich. Gegen diese W.-Ergiebigkeit verschwindet die geringe Menge Gas, welche sich aus ihnen entwickelt. Wenn daher diese Gewässer Gelegenheit haben, nur etwas mehr atmosphärische Luft, als unter den gewöhnlichen Umständen zu absorbiren: so reicht dies zu der geringen Gasentwickelung hin, welche sich beim Hervorkommen dieser Qu. zeigt. Erinnert man sich, dass diese Qu. von versinkenden Flüssen herrühren, so ist leicht (?) zu begreifen, wie durch das Hinabstürzen der Gewässer durch Spalten und Klüfte, wodurch eine, wenn auch nur momentane, Pressung der darin enthaltenen Luft erfolgt, eine etwas grössere Absorption herbeigeführt wird.« Bischof's Geol. II, 107.

In der Tiefe vorgefundener Stickstoff. Bekanntlich ist die Atmosphäre in den Bergwerken oft arm an O, reich an N. In den meisten Höhlungen der Erde, die zeitweilig geschlossen sind, aber nur unvollständig mit der obern Atmosphäre communiciren, wird das W. eine stickstoffreichere Luft antreffen u. daher N davon annehmen können, was vielleicht zuweilen unter einem Drucke von mehreren Atmosphären geschehen mag.

Soll das W. nicht auch zuweilen poröse Körper antreffen, die von ihrer vorweltlichen oberflächlichen Lagerung her noch N in ihren Poren condensirt haben u. den das W. austreibt oder aufnimmt?

Bildung von Stickstoff. N wird wahrscheinlich bei der Fäulniss jeder organischen Substanz frei. Der N u. das Ammoniak der Porlaquelle können sich nach der Ansicht von Berzelius aus der darin enthaltenen organischen Säure bilden. Beim längern Aufbewahren dieses W. zeigt sich wenigstens eine Zersetzung der Quellsäuren. In stehenden Gewässern bildet sich auch vielleicht aus organischen Stoffen N, da er sich aus ihnen entwickelt u. zwar zugleich mit brennbarem Gase. In einigen Wässern (Aachen, Nenndorf) ist der N wirklich von etwas Kohlenwasserstoff begleitet.

Warme Qu. könnten auch durch Zusammentreffen von salpetrigsaurem Kali mit Salmiak, die schon bei gelinder Wärme durch Zersetzung N entwickeln, solchen in geringer Menge erlangen.

Vulcanitos. Nach v. Humboldt bestehen die aus den Schlamm- u. Luftvulkanen von Turbaco bei Carthagena in Neu-Granada sich entwickelnden Gase aus fast ganz reinem Stickgas ohne Beimengung von CO^2 u. O (Reise in die Aequinoctialgegend. VI, 2. H., 103). Als jedoch Karsten 1848 die aus diesen Schlammvulkanen sich entwickelnde Luft analysirte, fand er sie aus einer Mischung von atmosphärischer Luft mit Kohlenwasserstoff zusammengesetzt; von CO^2 waren nur Spuren zu bemerken. Die Menge des Kohlenwasserstoffs war bei den verschiedenen Vulcanitos verschieden. Es scheint demnach, dass die Natur der aus den Luft-Vulkanen sich entwickelnden Gase sich mit der Zeit gänzlich verändern kann. Es ist aber wohl nicht zu bezweifeln, dass derartige Luftvulkane zuweilen grosse Mengen Stickgas entwickeln. v. Humboldt schlug die Menge des täglich aus jenen Vulcanitos entwickelten Stickgases auf wohl 3000 K.F. an.

Könnte der N der Quellen nicht auch an einzelnen Orten einen ähnlichen Ursprung theilweise haben, wie der dieser Pseudovulkane?

Fumarolen, vorzugsweise aus Stickstoff u. Sauerstoff bestehend. Bunsen untersuchte folgende Emanationen

1) u. 2) im grossen Heklakrater,

3) Fumarolen des Lavastromes von 1845.

	1	2	3
N	81,81	82,58	78,9
O	14,21	16,86	20,09
CO^2	2,44	0,56	1,01
SO^2	1,54	0,	0,

Derartige vulkanische Ausströmungen könnten, wenn sie im Erdinnern unter mehrfachem atmosphär. Drucke stattfänden, ein W. mit N übersättigen.

§. 38. Entwicklung von atmosphärischer Luft

aus Quellwässern im Grossen ist eine, wenn nicht seltene, doch wenig gekannte Erscheinung. Bei den artesischen Brunnen in der kieseligen Kalksteinformation östlich u. südwestlich von Paris gehen oft sehr geräuschvolle Entwicklungen von »atmosphärischer Luft« vor sich; so z. B. an einem Brunnen zu Naugis (Dep. Seine-Marne) nach Thury's Angabe. In derartigen Fällen kann man sich denken, dass Luft nur unter gewissen Verhältnissen, etwa bei starken atmosphärischen Niederschlägen durch strudelnde Bewegung des einsinkenden W. in die Tiefe gezogen wird, oder, dass eingeschlossene atmosphärische Luft durch intermittirende Vorgänge der Quellen nur zeitweise einen Ausweg finde. Oder man kann annehmen, dass die geringe, in der Erde geschehene Erwärmung des Wassers, wenn dieses eine wie die Atmosphäre gemischte Luft hat, auch eine ähnlich gemischte Luft austreibe, oder dass die grössere Erwärmung, die vorzugsweise eines der beiden Gase austreibt, aus einer sauerstoffarmen oder sauerstoffreichen Luft des W., ein Verhältniss der entweichenden Gase, wie N zu O in der Atmosphäre behauptet, wiederherstelle.

Unterirdisch zum W. tretende Fumarolen, die aus atmosphärischer Luft bestehen, könnten dazu beitragen ein W. mit solcher zu übersättigen, so dass es, wenn es sich wieder der Erdoberfläche näherte, atmosph. Luft abgeben müsste. Deville u. Leblanc fanden nämlich, dass die wasserfreien u. nicht sauren Fumarolen der Vesuvlava bestehen aus einem Gemenge von O u. N ganz oder fast ganz in demselben Verhältnisse wie in der atmosph. Luft.

§. 39. Entwicklung von Sauerstoff.

Es gibt wohl keine Qu., die am Ursprunge ein Gas ausstösst, welches vorzugsweise aus Sauerstoff besteht. Wenn ein Nichtchemiker von einem W. von St. Gervais gesagt hatte, dass es mehr O als N entwickele, so bezweifelte Longchamp die Richtigkeit dieser Angabe, weil ihm Derartiges bei mehr als hundert französischen M.W. aller Art, welche er untersuchte, nie vorkam.

Sauerstoff-Entwicklung durch organische Formen scheint nur in solchen W. vorzukommen, die Luft u. Licht preis gegeben sind. Chaptal fand schon *O* in einem angeblichen Moose eines vom direkten Sonnenlichte beschienenen Bassins. In einem italienischen Quellbassin kommt eine Batrachospermen-Species vor, die ein Gasgemisch enthält, das in 100 Th. aus *O* 36, *N* 34, CO^2 36 besteht. Sie ist lauchgrün, wird aber roth bei der Zersetzung. *Harless Heilqu. Italiens 340. In der Saline Rodenberg bildet sich bei Zutritt von Sonne eine grüne schleimartige Materie, welche eine Menge grosser Luftblasen umschliesst. Diese Luft enthält *O* 51, *N* 49 %. Ein glimmender Spahn entflammt darin. Die grünlich gelbe Materie bestand fast ganz aus Navicula- u. Gallionella-Fäden mit Conferven. Poggendorf's Ann. 2. R., XXVII, 308. Annal. d. Chem. 1842 u. 43. Leiblein fand in einer ähnlichen Materie zu Hassfurt vorzüglich Frustulien, dann auch Closterium lunula u. einzelne Oscillatorien. In der von ihr entwickelnden Luft kam ein glimmernder Spahn in lebhafteres Glühen. Diese Luft soll auch das Trink- u. Badewasser mit Sauerstoff schwängern. (?) Auch Morren studirte die Veränderungen der Gase, welche von mikroskopischen Thierchen in stehenden Wässern veranlasst worden, an einem tiefen Fischteiche, worin nur wenige Conferven waren. In 10000 Th. W. waren 188—399 Th. Luft, worin 3—23 % CO^2. Nach Abzug dieser waren 18—59.2 % *O* (nach der Tafel; Verf. gibt etwas anders an) in der übrigen Luft. Wenn sich am meisten *O* vorfand, war eine grüne Materie im W. sehr verbreitet, die fast ganz aus Monas bicolor Ehr. bestand. Der *O*-Gehalt war geringer, wenn die Sonne das W. nicht beschien oder niedrig stand, doch gegen 4—5 Nachm. am stärksten. Im Sommer wurde er wohl so niedrig, dass die Fische nicht mehr genug *O* zum Leben hatten. Dunkelheit schien die Bildung von *O* zu hindern. Ann. d. chim. 1841 oder *Annuaire des Eaux I, 159—168.

§. 40. Eigenschaften der Kohlensäure.

Die Kohlensäure, CO^2, in neuerer Zeit auch wohl Carbondioxyd genannt, besteht aus 2 Vol. Sauerstoff und 1 Vol. Kohlenstoff, auf 2 Vol. condensirt. Im gewöhnlichen Zustande ist sie ein Gas, welches 1,529 mal so schwer als atmosphärische Luft ist, und wovon 1 Liter von 0^0 bei $0{,}76^m$ Bar. 1,97146 Gr. wiegt, während 1 Liter W. 1000 Gr. wiegt; sie ist also mehr denn 500mal so leicht als W.. Wegen des grossen spezifischen Gewichtes der gasförmigen Kohlens. vermischt sie sich nur langsam mit der atmosphärischen Luft; wo sie z. B. aus der Erde hervorkommt, lagert sie sich bei geringer Bewegung der Luft auf dem Boden u. häuft sich dort an, wenn eine gehörige Umwallung besteht, welche sie am seitlichen Abfliessen verhindert. Man kann sie mit einem Hohlgefässe schöpfen u. es dauert einige Zeit bis sie durch Diffusion in die darüber befindliche Luft verschwindet, wenn man die Oeffnung des Gefässes nach oben hält. Wird aber die Oeffnung nach unten gehalten, so fällt sie heraus. Füllt man in künstlicher Weise Seifenblasen mit CO^2, so fallen diese in atmosphärischer Luft schnell zu Boden; macht man aber Seifenblasen mit atmosphärischer Luft u. lässt sie auf eine Lage CO^2 fallen, so bleiben sie eine Zeitlang auf der CO^2 schweben u. sinken erst unter, wenn der Gehalt durch Diffusion sich mit dem äussern Gase ausgleicht.

Die CO^2 besteht aus 6 Gewichtstheilen Kohle u. 16 G. *O*; ihr Aequivalent ist 22; sie ist also verbrannte Kohle u. kann die Verbrennung nicht unterhalten. Der Feuerstein gibt darin keine Funken. Enthält die Luft nur 15 % von diesem Gase, so erlöschen starke Kerzenflammen, die

man hineinbringt (Gräfe) *); nach anderer Angabe (Hillers Chem. 1861) kann eine Kerze noch in einer Luft brennen, die nicht mehr als 1/4 ihres Vol. CO^2 enthält. Fast nur durch die elektropositivsten Elemente, Natrium u. Kalium, kann man der CO^2 ihren O entziehen.

Bei etwa 36 Atmosphären Druck verdichtet sich die CO^2 zu einer farblosen, sich nicht mit W. mischenden Flüssigkeit; ein solcher Druck reicht hin, wenn die Temperatur 0⁰ ist; bei 30⁰ müssen es schon 73 Atmosphären sein. Man bewirkt diese Condensation dadurch, dass CO^2 durch eine Druckpumpe in ein mit Eis abgekühltes Gefäss von Schmiedeeisen eingepumpt wird. Das spez. Gewicht der flüssigen CO^2 ist 0,72 bei 27⁰, 0,98 bei —8⁰ (W. = 1). Durch sehr hohe Kältegrade, welche dadurch herbeigeführt werden können, dass man die flüssige CO^2 an der Luft verdunsten lässt, geht ein Theil der Flüssigkeit in eine starre schneeartige oder glasartige Masse über.

§. 41. Ganz gebundene oder erst-atomige, halbfreie oder zweit-atomige, ganz freie oder absorbirte, mechanisch beigemengte oder spontane Kohlensäure.

Die Beziehung der CO^2 zum W. ist eine verschiedene, je nachdem sie bloss ans W. gebunden (davon verschluckt oder absorbirt) oder als Säure auch an andere basische Mineralstoffe gebunden ist.

Der Chemiker pflegt bei der Analyse eines W. die Gesammtkohlensäure zu bestimmen u. dann aus der Menge der vorhandenen, nicht mit andern Säuren verbundenen Basen zu berechnen, wie viel von jener als gebunden an diese zu betrachten ist. Entweder wird dabei an die Basen nur Ein Atom verrechnet (z. B. an 28 Kalk 22 CO^2), dieses Atom heisst dann ganz gebunden, oder auch noch ein zweites Atom, welches man halb gebunden oder halbfrei zu nennen pflegt u. vielleicht besser locker gebunden nennen würde, da, wie Wiggers sagt, chemisch nichts halb gebunden ist; in jenem Falle werden die Salze als einfache Carbonate, in diesem als zweifache Carbonate oder Bicarbonate aufgestellt. Bei der ersten Berechnungsmethode bleibt die Summe der ganz oder wirklich freien oder absorbirten u. der halbfreien oder zweit-atomigen CO^2 übrig, wobei letztere natürlich ebenviel wie die zur Bildung von einfachen Carbonaten nöthige Menge beträgt; bei der zweiten Methode bleibt nur die ganz freie, absorbirte CO^2 übrig. **)

Spricht man bloss von freier CO^2, so ist oft die halbfreie, zweit-atomige, darunter einbegriffen.

Der als ganz gebunden oder erst-atomig von mir bezeichnete Antheil der CO^2 verliert sich nicht, wenn das W. bei einer nicht zu hohen Wärme

*) Nach den Versuchen, die man in sogenannten Dunsthöhlen angestellt hat, worin sich die CO^2 aber gewöhnlich schon mit etwas atmosphärischer Luft gemischt befindet, soll entzündeter Phosphor darin schwach fortbrennen, eine Mengung von Salpeter, Schwefel u. Kohle mit rothem Schein brennen, dagegen angezündetes Schiesspulver erlöschen.

**) Wenn man, wie gewöhnlich, die Kieselsäure nicht an basische Stoffe bindet, so wird zu viele erst-atomige u. zweit-atomige CO^2 berechnet, es bleibt also zu wenig absorbirte.

abgedunstet wird. Die zweit-atomige CO^2 verfliegt aber beim anhaltenden Kochen u. beim Abdampfen, selbst schon in einer Temperatur unter 100°. In neuerer Zeit hat Jacquelain darauf aufmerksam gemacht, dass Bicarbonate nicht bloss bei 100°, sondern selbst bei 25° unter W. CO^2 abgeben. Auch Kochsalz u. andere neutrale Salze haben schon bei gewöhnlicher Temperatur die Kraft eine ansehnliche Menge CO^2 aus den Bicarbonaten, wenn die Lösung selbst alkalisch reagirt, auszutreiben. Wenigstens geschieht dies beim Kalibicarbonate (*Mulder Phys. Chem. II, 1191). Auch Gyps macht in Berührung mit Alkalibicarbonat CO^2 frei (Becquerel). Bei der Gegenwart dieser Salze oder in warmen Wässern kann man also das zweite Atom der Bicarbonate schon nicht mehr ganz als ein gebundenes betrachten; da die Wärme oder die Salze es theils in gasförmigen Zustand übergeführt haben müssen.

Da die Zahl der absorbirten CO^2 als Restzahl nach dem Abzug der chemisch gebundenen erhalten wird u. da die Zahl der gebundenen von der Richtigkeit fast aller Bestimmungen abhängig ist u. darum alle Fehler der Analyse in sich vereinigt, so sind die Angaben über die Grösse des gebundenen Antheils der CO^2 u. des freien mit allem Vorbehalte zu verwerthen. Dann ist auch zu beachten, dass in den M.Wässern zuweilen andere Stoffe als Carbonate, z. B. phosphorsaurer Kalk u. Kieselerde nur oder theilweise durch CO^2 löslich werden u. strenggenommen auch die dafür nöthige Menge als zweit-atomige CO^2 von der absorbirten abgezogen werden müsste, was aber nicht zu geschehen pflegt.

Wir beschäftigen uns weiterhin vorzüglich mit der absorbirten CO^2. Diese wird in einer gewissen Menge vom W. aufgenommen, absorbirt, gewissermaassen ebenfalls gebunden. Sie zeigt sich dann, so lange sie absorbirt bleibt, nicht mehr in ihrer elastischen Form als Luft, ist aber bei Aufhebung der Bedingungen, unter denen sie sich mit dem W. verband, jeden Augenblick bereit, wieder in Luftform zu erscheinen.

Ausser der absorbirten Kohlensäure, die dem W. noch bei seinem Hervortreten unsichtbar innewohnt, ist das W. bei den meisten mehr oder weniger damit beladenen Wässern noch von mehr oder minder zahlreichen, grössern oder kleinern Blasen von CO^2-Gas begleitet, die fortwährend oder in unterbrochener Strömung das W. durchstreichend hervorquellen. Diese mechanisch dem W. beigemengte CO^2 heisst die spontane, wenn sie sich freiwillig aus dem W. entwickelt u. ist nicht zu verwechseln mit derjenigen, welche sich aus dem aufgefangenen W. oder überhaupt später nach dem Hervorquellen desselben entwickelt.

Wenn die CO^2 ohne W. hervortritt, so nennt man dies eine Gasquelle. Kohlensäure-Strömungen können Gasquellen sein oder Ausflüsse spontaner CO^2.

§. 42. Absorptions-Coëfficient für Kohlensäure.

Nach den ältern Versuchen nimmt 1 Volumen luftleeres W. von gewöhnlicher Temperatur etwas über 1 Volumen Kohlensäure unter einfachem atmosphärischem Druck auf (W. von 12°,8 1,06 Vol. nach Dalton, W. von 13° 1,16 nach

Cavendish. W. von 18° 1.08 Vol. nach Saussure). Dieser lange vernachlässigte Gegenstand wurde von Bunsen neuerdings wieder aufgenommen.

Wenn das auf 0° u. 760 Millim. Quecksilberdruck reducirt gedachte Gasvolumen, das von der Volumen-Einheit der Flüssigkeit (hier Wasser) unter dem Quecksilberdrucke von 760 Mill. absorbirt wird, Absorptions-Coëfficient heisst, so erhielt Bunsen für die Temperatur des W. von 0—20° folgende Coëfficienten. (Ich habe nebenbei das Gewicht der in 10000 Gewichtstheilen W. gelösten Kohlensäure berechnet, als Verhältniss des Gewichts vom W. zu dem der Kohlensäure bei 0° u. 760 Mill. wie 10000 : 19,7146 annehmend.)

Temperatur.	Absorptions-Coëfficient.	Gewicht der von 10000 Gramm W. absorbirten CO^2 Gramm.	Temperatur.	Coëfficient.	Gewicht. Gramm.	Temperatur.	Coëfficient.	Gewicht. Gramm.
0°	1,7967	35,421	8°	1,2809		15°	1,0020	19,754
1°	1,7207		9°	1,2311		16°	0,9753	
3°	1,6481		10°	1,1847	23,356	17°	0,9519	
4°	1,5126		11°	1,1416		18°	0,9318	
5°	1,4497	28,58	12°	1,1018		19°	0,915	
6°	1,3901		13°	1,0653		20°	0,9014	17,771
7°	1,3339		14°	1,0321				

Kaltes mit CO^2 gesättigtes destillirtes W. hat ein spezifisches Gewicht von 1001,5 (W.=1000) nach Mitscherlichs Angabe. Nach Henry absorbirt das W. von 29°5 nur 0,84 Vol., von 43° nur noch 0,45—0,6 Vol. (W.=1). Nach einem andern Beobachter nimmt W. von 37°6 nur etwas weniger als 1 Volumen auf, was offenbar zu hoch gegriffen ist (*Mulder Physiol. Chem. II, 1185).

Auffallender Weise ist die Differenz zweier einen Grad auseinanderstehenden Coëfficienten, bei niedern Graden viel grösser als bei höhern, z. B. von 0°—1° 0,076, von 19—20° 0,0136, so dass 1 Grad Wärmeunterschied um so weniger Einfluss auf die Grösse der absorbirten CO^2-Menge hat, je höher dieser Grad in der Skale liegt.

Dennoch bleibt es wahr, dass je höher die Temperatur des unter einfachem atmosphärischem Drucke befindlichen W. ist, um so geringer die Menge CO^2 werden muss, die es behalten kann. Selbst Siedhitze soll aber längere Zeit angewendet werden müssen, um jede Spur CO^2 aus einem damit geschwängert gewesenen W. zu entfernen.

Reines salzloses kaltes W., welches bei 1 Atm. Druck (d. h. ohne andern Druck als den der gewöhnlichen Atmosphäre) mit CO^2 gesättigt ist, enthält also in 10000 Th. bei 10° 23,3 Th. von letzterer, bei mehreren Atm. Druck aber nach Verhältniss mehr, doch nach der gewöhnlichen Ansicht nicht genau in der Art, dass die Menge des Gases wie der Druck zunimmt, sondern die Menge des absorbirten Gases ist etwas geringer, nämlich so, dass bei 7 Atm. Druck nur das Fünffache jener Menge aufgenommen würde; ein salzloses W. würde also unter einer W.-Höhe von 62 M. und dem gewöhn-

lichen Luftdrucke 5 mal mehr CO^2 absorbiren können als an der Oberfläche, an dieser Stelle also $^4/_5$ seines Gehaltes (über 4 Volumen des W.) fahren lassen. Nach Bunsen's Versuchen, bei welchen einmal das W. 19°9, ein anderes Mal 3°2 warm war, wurde jedoch die CO^2 ihrem Drucke genau proportional vom W. absorbirt. (Annal. d. Chem. XCIII.)

§. 43. Auflöslichkeit der Kohlensäure in Wasser, worin Salze sind.

In W. aufgelöste Salze pflegen die Absorptionsfähigkeit für CO^2 einzuschränken. Nach älteren Versuchen wird bei mittlerer Temperatur eine wässerige Lösung von

2900 Z.T. Kochsalz nur	6,57 Z.T. Gewicht (od. $^1/_3$ Vol.) *),
2640 » kryst. salpeters. Natron nur	8,87 » ,
2060 » » Salpeter nur	11,24 » ,
940 » » schwefels. Kali nur	12,22 » ,
gesättigte Bittersalzlösung von 10° nur	3,94 (oder 1,87?) Z.T. Gewicht

dieses Gases aufnehmen können.

Kochsalzlösungen von 625, 220, 83 Zehntausendteln nahmen proportional dem Drucke auf bei 11°2 18,4 Z.T. (0,9335 Vol. statt 1,1336, wie Wasser es gethan haben würde), bei 14°1 18,66, bei 16° 18,91 (Fernet). Eine Lösung von 35 Gehalt nahm bei 16°7 18,64 Z.T. Gewicht an (Loth. Meyer). Nicht alle Salze sollen die Absorptionsfähigkeit der CO^2 vermindern, z. B. Glaubersalz. Von wenigen Salzen ist dies thatsächlich sicher. So nimmt eine Lösung von phosphorsaurem Natron (1—2 %) 31,5—45,15 Z.T. Gewicht auf.

Eine Sodalösung, welche noch 20,53 Z.T. CO^2 (bei 0° u. 760 Mm.) erfordert hätte, damit das kohlens. Natron in Bicarbonat übergehe, hat nach Loth. Meyer's Versuchen den Absorptions-Coëfficient 0,818, nimmt also noch 16,13 Z.T. Gewicht CO^2 an. Wenn man die chemisch aufgenommene Menge CO^2 nicht berücksichtigt, so nimmt also eine solche Lösung viel weniger freie CO^2 auf, als blosses Wasser. Eine etwas schwächere Sodalösung, die 19,66 Z.T. CO^2 zum 2. Atom erfordert haben würde, nimmt 16,38 Z.T. auf. Die Versuche von Fernet ergeben ein ähnliches Resultat. *Schmidt's Jahrb. Bd. 101, 1859.

Der kohlens. Kalk im W. macht die kleinen Mengen von CO^2 der atmosph. Luft fähig, die Atmosphäre zu verlassen u. sich in weit grösserer Menge im W. zu lösen, als wenn dies ganz rein wäre (Bineau in Ann. de Chim. Nov. 1857). Aber ist hier nicht die zweit-atomige CO^2 im Spiele?

Auch vermindern nicht alle andern Zuthaten zum W. die Absorption. Starke Essigsäure absorbirt 25,6 Z.T.. Wie verhält sich die Citronensäure in der Limonade gazeuse? Besonders aber wird die Bindung der CO^2 durch Weingeist befördert (Champagner). **)

*) Ich habe die von den Verfassern angegebenen Volumina auf Gewichte reducirt; das spez. Gewicht der CO^2 zu 1,9715 (W.=1000) zu Grunde legend.

**) Der Absorptions-Coëfficient für Blut von 10° ist fast gleich dem von W., nämlich 1,151; bei Blutwärme vielleicht 0,66—0,77 (Meyer). Nach Mulder's Ansicht binden die Hüllen der Blutkügelchen die CO^2 chemisch.

Ueber die Spannung einer mit 2 Atmosphären CO^2 geschwängerten salzreichen Flüssigkeit s. im Abschnitte: Physik.

§. 44. Menge der absorbirten Kohlensäure im Regenwasser.

Regenwasser hat aus der atmosphärischen Luft, die an u. für sich nur eine ganz geringe Menge CO^2 besitzt, eine Luft aufgenommen, die schon einen relativ grössern Antheil davon hat.

Nach der Dalton'schen Theorie rechnete man früher, dass 1,12% der Luft des W. CO^2 sein müsste. Fürs Regenwasser von 0—20° rechnete Bunsen aber 2,92—2,14 %. Baumert fand in der Luft des Regenwassers von 14° 1,77 %, Péligot in der Luft des Regenwassers von 11°4 nur 0,24 %.

Wenn nun das W. 170—250 Zehntausendtel seines Volumens Luft annimmt u. die Luft höchstens 2,92 Prozente CO^2 enthält, so wären im W. höchstens 7,3 Z.T. Vol. CO^2. Der direkte Versuch, den Baumhauer fünfmal mit Regenwasser anstellte, ergab aber merklich mehr, nämlich 42—91 Z.T. vom W., also in 10000 Grammen W. 0,08—0,179 Gramme CO^2.

Lampadius fand im Meteorwasser gewöhnlich so viel CO^2, dass Lakmus u. Barytwasser nicht davon verändert wurden.

Thau war viel reicher an CO^2 (170—220 Z.T.).

In Schneewasser fand Lampadius 10 Z.T. Vol. CO^2, nur 0,02 Z.T. Gewicht.

§. 45. Freie Kohlensäure der Flusswässer.

Die Luft der Flusswässer pflegt prozentarisch reich an CO^2 zu sein.

Sie hatte z. B. bei der Loire 2—3, bei der Maine 5—21, beim Rheine 25 % CO^2, 31 % durchschnittlich bei verschiedenen Flüssen nach Deville. Die Luft des Oderwassers hatte nach Baumert nur 0,9 % CO^2; Seine, Schelde, Garonne, Doubs enthielten eine Luft mit viel mehr CO^2.

Auch ist die CO^2 in Bezug auf das W. bei Flüssen insgemein beträchtlicher, als beim Regen.

Verschiedene Flüsse enthielten 40—178, selten 260—276 Z.T. Vol. CO^2. Deville fand in 6 Flüssen 18,3—178 Z.T. CO^2, Clarke im Themsewasser ausser der an Kalk gebundenen CO^2 noch 51 Z.T. Vol. frei. *)

Flüsse:	Fester Gehalt in 10000 Gr.:		CO^2 Volumina in 10000 Vol.:	Chemiker:
Schelde bei Cambray	2,94 Gr.		276	Tordeux.
Flüsschen?			260	Langlois.
Doubs	2,3 „	höchstens:	178	Deville.
Garonne	1,37 „	„	170	„
Rhone		„	167	Bineau.
„	1,82 „		80	Deville.
Saone		„	141	Bouis.
Tet		„	110	„
Rhein	2,32 „		76	Deville.
Vesle	1,9 „		41	Maumené.
Mosel			40	Langlois.

*) Bischof suchte die freie oder vielmehr halbfreie CO^2 des Flusswassers aus dem darin gelösten Kalkcarbonat (1 auf 5550—4000 W.) zu berechnen. Aber ist dabei nicht zu beachten, dass schon 1 Th. Kalkcarbonat in 10600 Th. W. an sich löslich ist und ein anderer Theil vielleicht durch andere Salze gelöst ist?

Die höchste Zahl, 276 Z.T. Vol., entspricht 0,544 Z.T. Gewicht.

Nach Poggiale ist die Luftmenge des Flusswassers sehr wechselnd; im Winter befindet sich mehr Luft überhaupt, u. besonders CO^2 u. Sauerstoff darin als im Sommer. Die Proportion der Luft wächst mit der Wassermasse.

Wenn der geschmolzene Schnee die Flüsse speist, sind sie arm an CO^2, N, O u. kohlens. Kalk.

	in 10000 Vol.	in 10000 C.C.	nach
Die Rhone hatte			
Febr. 1839	CO^2 182 *) Vol.	Kohlens. Kalk 1,5 Gr.	Dupasquier.
Juli 1835	„ 65 „	„ „ 1 „	Boussingault.
Die Arve			
Febr. 1839	„ 98 **) „	N 173, O 98 C.C.	Dupasquier.
Juli 1835	„ 273 **) „	„ 186, „ 106 „	Boussingault.

Flusswasser ist also häufig, aber nicht immer reicher an CO^2 als Regen; es kann bis 0,55 Z.T. seines Gewichtes von diesem Gase besitzen; doch ist dieses oft nicht ganz frei, d. h. blos absorbirt, sondern im Allgemeinen als 2. Atom der Bicarbonate darin enthalten. ***)

§. 46. Menge der freien Kohlensäure in gemeinen Trinkwässern.

Die CO^2 ist in den gemeinen Quellwässern quantitativ sehr verschiedenartig vertreten.

In den von Maumené untersuchten Brunnen schwankte sie zwischen 122—484 Z.T. Vol.; in den von Deville untersuchten Quellen war sie durchschnittlich 260, höchstens 390 Z.T.. Bei 10 Trinkwässern Roms von 13°7—20°6 waren 65,5—200 Z.T. Vol. (*Esame delle acque potab. di Roma; 1831).

Die Analysen zu folgender Tabelle finden sich zerstreut im Annuaire des eaux; 1851, I.

Quellen oder Brunnen zu	CO^2-Vol. in 10000 Vol. W.	nach
Perpignan, 8 Qu.	90—160	Bouis.
„ Brunnen	484	Maumené.
Bague, Bohrbrunnen	160	?
Metz	96—160	Langlois.
7 Quellen dort	320—570	Bineau.
4 „ „	317—398	Boussingault.
Besançon, 3 Brunnen	200—350	Deville.
„ 4 Quellen	390	„
Veseul, Brunnen	390	Ebelmen.
Rodez, die mittelmässigen Brunnen	bis 292	Blondeau.
„ die schlechten	bis 590	„
Grenelle, artes. Brunnen	15	
Qu. eines Bergstromes	59	

100 Z.T. Vol. CO^2 sind gleich 0,197 Z.T. Gewicht des Wassers.

*) Es steht bei Henry 1centil.,82, offenbar aufs Liter zu beziehen.

**) Auch bei diesen Zahlen steht 9centil.,80, 27centil.,3.

***) Meerwasser enthält eine Luft, die nach Morren durchschnittlich 7—13% CO^2 hatte. Nach Morren enthält das Meerwasser etwas mehr CO^2 als Süsswasser; nach Vogel u. Bouillon-Lagrange schon 1,1—2,4 Z.T. seines Gewichtes.

Gemeine Quellen u. Brunnen enthalten also zuweilen nicht mehr CO^2 als das Regenwasser, zuweilen etwas mehr, überhaupt aber nicht leicht über 600 Z.T. Vol. oder 1,18 Z.T. vom Gewichte des W..

Nicht alle diese CO^2 ist blos absorbirt, sondern ein Theil gewöhnlich als 2. Atom gebunden, d. h. halbfrei. Die halbfreie reicht öfters kaum für den Betrag des 2. Atoms aus.

Pettenkofer gab neulich folgende Methode an, um die freie Kohlensäure der Trinkwässer zu titriren. In einem Glaskolben, dessen Oeffnung mit einem Pfropfe gut verschliessbar ist, werden mit einer Pipette 100 C.C. Brunnenwasser gemessen. Diesen fügt man 3 C.C. einer neutralen, nahezu gesättigten Chlorcalcium- und 2 C.C. einer gesättigten Salmiaklösung bei. Sodann werden 45 C.C. Kalkwasser von bekanntem Gehalte hinzugebracht, der Kolben mit einem guten Kautschuckpfropfe verschlossen, umgeschüttelt und 12 Stunden der Ruhe überlassen. Von der Flüssigkeit titrirt man nun ein Drittel (50 C.C.) mit Normal-Oxalsäure (1 C.C. Lösung = 1 Milligr. Kohlensäure), welche im Liter 2,25 Gramm reine krystallisirte Oxalsäure enthält.

Gaultier de Claubry treibt die absorbirte CO^2, um sie zu messen, aus durch Hindurchleiten von Wasserstoff, womit er dann aufhört, wenn eine leichte Trübung (von Eisenniederschlag) entsteht. Bull. de l'Acad. de Méd. XXIV, 1016.

§. 47. Menge der absorbirten Kohlensäure in den Sauerwässern und andern edlen Wässern.

Sauerwässer oder Säuerlinge *) heissen W., welche viel absorbirte CO^2 enthalten, Halbsäuerlinge, die, welche nur eine mittlere Menge davon haben. Blos zweit-atomige CO^2 macht kein M.W. zu einem Sauerwasser, sondern es gehört absorbirtes Gas dazu. Die Menge der absorbirten CO^2 ist in den verschiedenen Sauerwässern sehr ungleich. Während viele, selbst geschätzte Sauerwässer am Ursprunge kaum oder noch nicht 1 Vol. vom W. oder 19,7 Z.T. Gewicht absorbirter CO^2, ungerechnet die zweitatomige, haben, gehen andere weit darüber. Aber solche mit 1,5—2 Vol. CO^2 vom W. sind doch selten.

Wie beim Oeffnen der Champagnerflaschen die CO^2 in unzähligen Blasen, von dünnen Wein-Schichten umhüllt, sich als Schaum ihrer Banden entledigt, so steigen auch aus den Säuerlingen, sobald sie an der Erdoberfläche des vielfachen atm. Drucks enthoben sind, die abgesonderten kleinen Gasbläschen in die Höhe. Diese Schaumbildung tritt aber nur da allein ein, wo, wie in tiefen Bohrlöchern, auf einem graden Wege das Gas aufsteigen kann. Man kann sie sehr schön am Oeynhauser Bohrloche sehen. Bischof bemerkt, dass ihm kein Säuerling je vorgekommen, der nicht neben unzähligen kleinen Bläschen auch einzelne grosse Blasen entwickelt hätte, was sich durch die Krümmungen der unterirdischen Kanäle, in welchen die Vereinigung der kleinern Bläschen zu grössern vor sich gehe, erklären lasse.

---

*) Der Ausdruck Acidulæ war vorzeiten nicht streng auf Sauerwässer beschränkt.

**) Ich muss noch aufmerksam machen auf die Verschiedenheit in den zu Grunde gelegten Maassen (Kubikzollen), auf die daher entstandene Unsicherheit u. Zweideutigkeit mancher Angaben in den Handbüchern, ja auf die Ungenauigkeit in den Berechnungen der Analysen selbst. 1 Vol. CO^2 macht, je nach der Grösse der gemeinten Kubikzolle 24—32 K.Z. aufs Pfund aus. Vgl. §. 19.

In vielen edlen, besonders in manchen warmen Wässern macht der Gehalt der absorbirten CO^2 noch nicht 5 Z.T. Gewicht aus; oft sind nur Spuren von diesem Gase vorhanden. Vgl. §. 31 u. §. 55.

Ueber das Verhältniss der absorbirten CO^2 zur erst- u. zweitatomigen wird noch in einem andern Abschnitte gesprochen werden.

§. 48. Relatives Verhältniss des Wassers zu der gleichzeitig hervorkommenden spontanen luftförmigen Kohlensäure.

Nur bei wenigen Sauerwässern sind Messungen über das bezeichnete Verhältniss von W. u. Kohlensäure-Gas gemacht worden. Ein Säuerling zu Burgbrohl bringt in 24 Stunden auf 1157 K.F. W. noch 6146 K.F. Gas (wohl einschliesslich des zweiten Atoms) zu Tage; also das 5,3Fache vom W., während eine andere ebenwarme Qu. in der Nähe nur das 2,4Fache des W. CO^2 liefert. Beim Driburger Trinkbrunnen kommen auf 2400 K.F. Sauerwasser noch etwa 6000 K.F. CO^2, also das 2,5Fache. Eine relativ viel geringere Gasmenge begleitet das Sauerwasser von Geilnau; zu 2 verschiedenen Zeiten erhielt man auf 5,04 oder 6,646 K.M. W. 2,448 oder 2,016 K.M. Gas, letztere Menge bei höherm Wasserstande im Flusse.

In den warmen Sauerwässern von Szliacz ist das Verhältniss von CO^2 u. W. in den verschiedenen Quellen verschieden; in keiner aber erreicht die Entwickelung von CO^2 die des W.; bei 3 dortigen Quellen kamen 10 , 7,8 , 5,1 Vol. CO^2 auf 22,9 , 20,4, 7,9 Vol. (Eimer stündlich) Wasser.

Bei den meisten Sauerwässern lässt sich nachweisen, dass das mit ihnen gleichzeitig hervordringende kohlens. Gas in einer gewissen Tiefe vom W. absorbirt gewesen sein musste. Man weiss, dass jede $10\frac{1}{3}$ Meter (32′) Wassertiefe den Druck um den Betrag einer Atmosphäre erhöht, dass also $10\frac{1}{3}$ Meter unter der Erdoberfläche im W. ein Druck von 2 Atmosphären, in einer Tiefe von 62 Metern ein Druck von 7 Atmosphären herrschen muss. Kennt man nun die Tiefe, worin ein Sauerwasser erbohrt wurde oder kann man den Tiefgang eines nicht durch Bohrung erlangten Sauerwassers aus seiner Temperatur ermessen, so ergibt sich, ob diese Tiefe einem solchen Drucke entspricht, dass die an der Erdoberfläche neben dem W. hervordringende CO^2 unten noch absorbirt sein musste. Aus den bekannten Wärmeverhältnissen der Erde weiss man z. B., dass die Wärme jener Brohler Quelle, welche um 5^0 die mittlere Wärme des Ortes übersteigt, ziemlich sicher darauf hindeutet, dass sie aus einer Tiefe von etwa 130 M. hervorkommt, die einen Wasser-Druck von einigen 13 Atmosphären voraussetzt. Da nun schon bei einem Drucke von 7 Atmosphären das 5,3fache (wenn nicht das 7fache) Volumen Gas vom W. *) absorbirt wird, so sieht man, dass der Druck mehr als hinreichen würde, um in der Tiefe jene Menge Gas in Absorption zu halten. So hat man auch leicht berechnen können, dass die

---

*) Nach den ältern Versuchen würden bei 7 Atmosphären 5,3 Volumina Gas vom kalten W. aufgenommen; nach Bunsens neuern Bestimmungen nimmt ein W. von 15° 1 Vol. bei 1 Atmosphäre auf u. wird bei höherm Drucke eine der Grösse desselben entsprechende Menge aufgenommen.

15000 K.F. Gas, welche eine Nauheimer Bohrqu. spendet, schon unter dem Drucke von 2—2½ Atmosphären, also auch in der Tiefe des Bohrlochs (etwa 37 M.) absorbirt sein können.

Ueber die mit dem W. hervordringende CO^2 vgl. den Abschnitt: Physik.

Dass grosse Luftblasen mit dem W. aufsteigen, oder dass eine stürmische Gasentwickelung in diesem stattfindet, ist kein Beweis dafür, dass nicht das Gas in grösserer Tiefe verschluckt war. Entwickelt sich aber das Gas in unzähligen kleinen Blasen aus dem W., so ist dies ein Zeichen, dass es in Lösung war. Die Menge des Gases, welches mit dem W. hervortritt, wird nur dann zur Annahme einer Gasquelle berechtigen, wenn die niedrige Temp. der Qu. beweist, dass das W. nicht in jener Tiefe verweilt hat, welche zur Sättigung mit einer solchen Menge Gas erforderlich gewesen wäre.

Je mehr ein Sauerwasser-Brunnen ausgeschöpft wird, je tiefer der Wasserspiegel gehalten wird, um so reichlicher wird die spontane CO^2, um so reichlicher zugleich der Wasserzufluss.

§. 49. Gasquellen, Dunsthöhlen.

In den Landstrichen, wo viele Sauerquellen sind, pflegt das Gas nicht blos mit den Wasserquellen, sondern zugleich an untiefen Orten, wo nur ein seichtes W. steht oder auch an trocknen Stellen als Gasquellen hervorzukommen u. sich, wenn die Bodengestaltung es erlaubt, in Dunsthöhlen anzusammeln. So steigt das Gas in der Umgebung des Laacher Sees oft mit weit hörbarem Geräusche an niedern Stellen, die mit dem W. der Bäche oder mit Regenwasser gefüllt sind, auf, ebenso an unzähligen andern trockenen Stellen, die sich oft durch die Leichen erstickter kleiner Thiere oder durch kümmerliches Gedeihen der Früchte bemerkbar machen. Aehnliche reichliche CO^2-Ausströmungen finden sich am rechten Ufer des Kyllflusses (der Brudeldreis, der aus einer häufig mit Regenwasser gefüllten Spalte des Grauwackegesteins hervorströmt), u. bei Hetzerath in der Gegend von Trier (der Wallerborn). Stehen die Wiesen um Homburg herum unter W., so bemerkt man an unzähligen Stellen das Aufsteigen von CO^2.

An einigen Orten sammelt sich das CO^2-Gas, welches wegen seiner Schwere nur langsam in die Atmosphäre übergeht, in Thälern oder Höhlen an. Zuerst nenne ich hier das berüchtigte Todtenthal auf Java, Residentschaft Banjumas am Payer kendeng; das vielen Thieren hier tödlich werdende Gas ist CO^2; doch strömt zuweilen vielleicht auch SH aus. In der Mitte ist eine 15′ breite, kahle Stelle, wogegen die Thalabhänge üppig bewaldet sind. Das Gas scheint kaum höher als 2′ zu reichen; bei 13 Besuchen fand man es nur viermal; 1838 z. B. war keine Spur davon zu merken, 1840 wohl, man konnte aber darin herumgehen. Leichen können hier ein paar Jahre liegen ohne sich sonderlich zu verändern; andere Male tritt dagegen die Verwesung schneller ein. Das Thal hat die Form eines Einsturzes.

Die Iskanderia- oder Alexander-Grotte im Sahendgebiete von Aserbeidschan, nahe beim Dorfe Losmitch, ist 30′ hoch, 50′ weit. Ihr Boden ist mit Knochen grosser vermoderter Thiere bedeckt. Das ausströmende Gas ist auch wohl CO^2. Vgl. C. Ritter Geogr. IX, 830.

Hierher gehören auch die Höhlen in einem Lavastrome, der sich von Clermont nach Royat in der an warmen Säuerlingen reichen Auvergne hinzieht, unter denen die Höhle von Montjoly die berühmteste ist, die sogenannten Puits de Neyrac oder Puits de la Poule im Vivarais etc.. Die Pyrmonter Dunsthöhle ist an einer andern Stelle besprochen.

Derselben Art sind wohl die Dunsthöhlen Kleinasiens im Flussgebiete des Mäander, Spiracula mortiferum spiritum exhalantia, wie Plinius sie bezeichnet. Das Plutonium bei dem durch seine Thermen ausgezeichneten Hierapolis, auf einem Hügel gelegen, war eine enge sehr tiefe Höhle, aus welcher eine tödliche Luft ausströmte. Vögel erstickten darin, wie Strabo bei seinen Experimenten fand. Die Priester der Cybele, scheint es jedoch, benutzten diese Luft als Gasbad mit Hülfe strenger Diät zu therapeutischen Zwecken. Nach Ammian wäre die Luftströmung später verschwunden; nach Chandler's freilich unsicherem Berichte ist sie aber noch vorhanden. — Eine ähnliche Höhle war das Charonium bei Acharaka unweit Nysa mit einem Tempel des Pluto u. der Juno. Jährlich wurde ein Stier in diese Höhle als Opfer hineingeführt, wo er sterbend zusammenstürzte. Die Jünglinge, welche ihn hineinbrachten, entkleideten u. salbten sich vorher; durch das Salben wurde wohl die Aufnahme des Gases durch die Haut verhindert; vielleicht kam ihnen die Gaslage auch nicht bis ans Gesicht, so dass sie eine Weile darin bleiben konnten. Auch brachten die Priester nüchterne Kranke oft auf eine kurze Zeit in die Höhle oder liessen zur Erhaltung eines Orakels das Gas auf sich einwirken. Wahrscheinlich ist dies die Höhle des Dorfes Charaka, welche, wie Landerer neulich berichtete, noch als Sitz erwürgender Dämonen von den Anwohnern gefürchtet ist. Sie führt in einen Saal, worin 100 Menschen Raum finden. An den Wänden sind treppenartige Stufen. Man kann hier einige Minuten ohne Athembeschwerde verweilen; Licht brennt aber schwächer als in freier Luft. Sie soll 800 Schritte tief sein u. plötzlich nach abwärts gehen; in so fern würde die von Galen gebrauchte Bezeichnung *βάραθρα* passend sein. In der Nähe dieser Schlucht soll ein fürchterliches Getöse (von einem unterirdischen W.?) sein u. zu Zeiten Feuer wahrgenommen werden; vielleicht nur eine Sage! — Eine dritte oder auch vierte Höhle war bei Thymbria unweit Myos (Strabo XIII u. XIV). Alle drei Höhlen liegen bedeutsamer Weise in Einer graden Linie.

Der bekannteste Ort, wo Kohlens. ausströmt, ist die Hundsgrotte, welche zu vielen Untersuchungen Anlass geboten hat. Sie liegt unfern von Neapel am See Agnano, sehr nahe an einer Solfatara u. der heissen Stufe San Germano's im lockern Tuff am Abhange eines fruchtbaren Hügels. Ob sie künstlich ausgehauen ist, lässt sich aus ihrem Ansehen nicht entscheiden. Abbildungen der Grotte haben Hamilton (— Tf. 18 u. 19), u. Leonhard (Geologie I, Tf. 7) gegeben. Eine ältere aus Kircheri mund. subterr. 1678 habe ich auf einer beiliegenden Tafel in verkleinertem Maassstabe reproduciren lassen. In derselben Schrift ist ein Brief von Bischof *Joh. Caramuel, vom J. 1664, worin Dieser die Resultate seiner Versuche mittheilt. Cf. dessen Mathesis nova. Spätere Experimentatoren sind: Nollet, Condamine, la Lande, Vairo, Fontana, della Torre, A. Murray, *Spallanzani (Voyag. I, 1795), *Breislak (Geol.), de Non, *Jansen, Bernoulli, Petit Radel, Macri u. A.; unter den neuern sind *Gräfe (Gasquellen Süd-Italiens; 1842 u. Gräfe u. Walther Journ. XV, 114 etc., XX, 74) u. *James (Voy. scient. à Naples avec Mr. Magendie; 1844) die Wichtigsten.

Die Höhle ist 8′ hoch, 6 breit, 12 lang (Caramuel), 5—7′ hoch, 4 breit, 12—14′ tief nach der Messung eines Andern. Der Boden der Grotte ist feucht u. 38° warm; ja in einem kleinen Loche zeigte er 45° an. Die Feuchtigkeit geht von unten zu bis zu einer gewissen Höhe; wo die Erde feucht ist, spürt man Wärme, wo sie trocken ist, keine (Caramuel). Spallanzani bestimmte die Temperatur der Grotte mit verschiedenen Thermometern zu 26°2—27°5; Gräfe gibt 27°5 an.

Die Luft der Höhle besteht nach Breislak aus CO^2 4, N 5, O 10; v. Gräfe fand nur 1/10 des Gemisches aus Azot bestehen; eine andere Angabe ist CO^2 4, N 1. Deville u. Leblanc analysirten zwei Proben des Gases der Hundsgrotte:

CO^2	67,1	73,6
N	26,4	21,1
O	6,5	5,3.

Die grösste Menge dieses Stickstoffes kommt aber, wie man aus der Menge des Sauerstoffs berechnen kann, eingeschlichener atmosphärischer Luft zu; auf 67,1 u. 73,6 CO^2 würden nur 1,7 u. 1 N übrig bleiben; man kann wohl annehmen, dass fast reine CO^2 ausströmt.*) Nach Breislak ist das Gas ganz frei von SH. Pott gibt an, dass die Dünste sehr feucht wären. Von der Feuchtigkeit des Bodens sollen die aufsteigenden Gasblasen die Gestalt von Wölkchen annehmen. Die Höhe der Gasschicht kann durch Pulverdampf, der darüber schweben bleibt, sichtbar gemacht werden. Sie beträgt vorn 0,2, hinten 0,6 Meter, die dichtere CO^2-Schicht erreicht nur 6—9 Zoll Höhe. Das Gas löscht noch 2 Meter vor dem Eingange eine Kerze aus. Treibt man es aus der Höhle weg, so sammelt es sich in wenigen Minuten wieder bis zu derselben Höhe an. Der Agnano-See liegt 4—5 Meter tiefer als die Grotte. An 2—3 Stellen in der Nähe der Grotte wird sein W. von Gasblasen bewegt (was Breislak selbst bei hoch stehendem W. nicht hat bemerken können); an diesen Stellen ist das W. ebenso kalt, wie an den andern. Die Gasblasen zeigen sich bei näherer Prüfung als CO^2. In der Tiefe des Sees will man eine Strömung von der Seite der Grotte her bemerkt haben u. vermuthet, dass eine Therme, welche in den See mündet, unter der Grotte hinläuft u. ihre Gase durch den lockern Tuff entweichen lässt. In diesem Falle hätten wir es mit einer secundären Ausströmung von CO^2 zu thun.

Deville u. Leblanc untersuchten 3 Fumarolen, nahe bei den Alaun- u. Borsäurefabriken, in weiterer Entfernung vom Krater von Vulkano, als die Emanationen von SH u. schwefeliger Säure liegen. Sie fanden zweimal auf CO^2 86 N 13,6 oder 14, einmal auf 83 von jener, 17 von diesem.

Zu den Orten, wo CO^2 aus nicht von W. bedeckten Stellen austritt, gehört noch Latera u. Sciacca in Sicilien.

§. 50. Kohlensäure als Begleiter der Vulkane. Mofetten. Geologische Bedingungen und Verbreitung der Kohlensäure-Strömungen und Sauerwässer.

CO^2 ist nach Boussingault in den Exhalationen der südamerikanischen Vulkane ein ganz gewöhnlicher u. nächst dem Wasserdampfe der am meisten vorwaltende Bestandtheil. Bei europäischen thätigen Vulkanen ist sie nur bisweilen nachgewiesen worden, obgleich sie sich am Vesuv nach stattgefundenen Eruptionen sogar häufig entwickelt. Dagegen sind in u. bei den Kratern sehr vieler erloschener Vulkane, namentlich in der Eifel u. in der Auvergne, ausserordentlich reichliche Ausströmungen von CO^2 fortwährend im Gange, sowie auch die Fumarolen der isländischen Solfataren nach Bunsen sehr reich an CO^2 sein sollen. Die während u. nach den Eruptionen des Vesuvs in der Gegend von Neapel vorübergehend eintretenden Aushauchungen von CO^2 werden dort Mofetten oder Fumarolen genannt. Leopold v. Buch gab eine treffliche Schilderung derselben. Die CO^2 kommt bei sinkender Temperatur der Vulkane, u. nachdem Entwickelungen von Wasserstoff u. Stickstoff vorhergegangen, entweder unmittelbar

*) Das Gas der sogenannten Ammoniakgrotte fanden sie zusammengesetzt aus CO^2 81,1, N 15,1, O 3,8. Auf O 3,8 würde in der atmosphärischen Luft N 14,4 gehören; also ist die Ausströmung auch hier fast reine CO^2 mit atmosph. Luft.

oder aus den Kraterhöhlen, u. dann oft die Kraterwände überfluthend an den Bergabhängen hinabströmend, oder aus seitlichen, oft sehr entfernten, klaffenden oder verborgenen Felsspalten hervor. Oft Monate lang nach einem Ausbruche des Vesuvs entwickelt sich das tödliche Gas in Kellern u. Gärten, in Wäldern u. Feldern, ja selbst auf dem Grunde des Meeres, u. breitet sich stellenweise wie ein stagnirender unsichtbarer See ein paar Fuss hoch über der Oberfläche aus. Da vergehen alle Pflanzen, viele Bäume sterben von unten ab, Hasen u. andere kleine Thiere fallen todt zu Boden u. die Fische schwimmen betäubt auf der Oberfläche des Meeres. Geognost. Beobacht. II, 156. *Naumann Geognos. I, 112.

Dagegen meint Deville nach seinen Untersuchungen schliessen zu können, dass die Mofetten mit den Laven in gar keiner Verbindung ständen.

Ausströmungen gasiger CO^2 aus der Erdrinde finden besonders an solchen Orten statt, wo es auch Säuerlinge gibt. Beide treffen wir namentlich dort an, wo unzweifelhaft vormalige vulkanische Thätigkeit herrschte und wo Schichtendurchbrechungen stattgefunden haben. Wie ein Durchbruch der wasserdichten Schichten der CO^2 einen Weg nach oben schafft, zeigt sich namentlich im Westphälischen in der Gegend von Pyrmont und Driburg, *) wo überall gewaltsame Zerreissungen starken CO^2-Ausströmungen einen Ausweg gebahnt haben. Diese Strömungen kommen dort aus Sandstein (zu Meinberg zunächst aus Keuper), an den Stellen, wo dessen Schichten senkrecht oder fast senkrecht stehen. Hoffmann hat dieses Verhältniss besonders für einen grossen Landstrich auf dem linken Ufer der Weser (von Karlshafen bis Vlotho, 1 Meile von Neusalzwerk) nachgewiesen. Ueberall wo dort die Muschelkalkdecke der selbständigen Verbreitung des bunten Sandsteines Platz macht, tritt an den Rändern die CO^2 aus. So in den Mineralquellen von Godelheim bei Höxter, im Weserthale, so bei den Salzquellen von Karlshafen und in dem Sauerbrunnen bei Hofgeismar u. s. w. . Auch da noch, wo der Keuper an der Nordgrenze der Paderborner

---

*) „Das Erhebungsthal von Pyrmont ist aus folgenden geognostischen Elementen zusammengesetzt. Der Boden des Thales besteht aus buntem Sandstein, der stellenweise eine Höhe von 400′ über dem tiefsten Punkte des Thales erreicht. Die das Thal umgebenden Ränder bestehen nach innen aus Muschelkalk und liegen an den gegenüberliegenden Thalwänden oft ½ Meile weit auseinander, sie erheben sich über die innerste Thalsohle fast auf allen Seiten gleichförmig zu 900—1000′, nach aussen von ihnen sehen wir oft mit noch grösserer Höhe die zurückgeschobene Keuperformation. Auf dem Boden dieses Erhebungsthales finden sich viele Kohlensäure-Exhalationen und unter diesen als die vorzüglichste die Dunsthöhle von Pyrmont. Offenbar wurde dieses Erhebungsthal durch Zerreissung in Folge eines Erdbebens oder vulkanischer, nicht bis an die Oberfläche gedrungener Massen gebildet; in die Spalte wurde der bunte Sandstein gehoben, während die in natürlicher Schichtungsfolge überlagernden Schichten des Muschelkalks und des Keupers nach aussen geschoben wurden und das Escarpement dieses Thales bilden. Durch diese bedeutende mechanische Gewalt wurden auch die obersten wasserdichten Gebilde des bunten Sandsteines zerrissen, die Communikation mit der Tiefe hergestellt und dem in noch grösserer Tiefe gebildeten kohlensauren Gase der Ausweg eröffnet.

Ganz dieselben Verhältnisse, nur in kleinerem Maassstabe finden sich auch bei Driburg wieder; auch hier ist der Muschelkalk von Norden nach Süden geborsten und unter ihm tritt der bunte Sandstein hervor und aus demselben die Säuerlinge und Gasquellen.“ Seegen, Heilquellenlehre; 1862.

Hochfläche eine mächtige Decke über dem Muschelkalkstein bildet, kehren selbst bis in weite Entfernung ähnliche Verhältnisse wieder. Ueberall hat die CO^2 einen Ausweg gefunden, wo sich der Muschelkalkstein in vereinzelten Inseln, die Keuperdecke durchbrechend, wieder emporheben konnte. So unter andern an den Abhängen des Muschelkalkberges bei Schieder und Wöbbel, unweit Pyrmont; auch bei Kalldorf südwestlich von Rinteln, wo an den Abhängen einer Kalkstein-Insel eine grosse Zahl schwacher Sauerbrunnen und Salzquellen hervordringt. Ebenso bei Vlotho am Klusenberge, bei Salzuffeln und im Thale der Salze aufwärts und an unzähligen andern Orten. Die CO^2-Entwickelung aus dem Bohrloche zu Neusalzwerk (Oeynhausen) ist daher keineswegs als eine isolirte Erscheinung zu betrachten. Ueberall, wo man in diesem Bezirke tief genug bohrt, wird CO^2 zu Tage treten. Bischofs Geologie I.

In besonders grosser Zahl finden sich, wie gesagt, Säuerlinge in Gegenden, wo man erloschene Vulkane, oder emporgeschobene krystallinische Gebirgs-Arten, besonders Basalt, antrifft. Man findet indess auch in manchen Gegenden, wo keine solche Erscheinungen (bei oberflächlicher Anschauung) bemerkt werden, wo nicht einmal Berge vorkommen, die nachweisbar plutonischen Ursprunges sind, Säuerlinge mit reicher CO^2-Entwickelung. Gleichwohl zeigt öfters eine nähere Betrachtung der Umgebungen solcher Orte, dass auch dort in einer frühern Periode Formationen gehoben und aufgerichtet worden sind, in Folge aus der Tiefe aufgestiegener, vulkanischer Massen, welche die neptunischen Bildungen zwar nicht durchbrochen, aber so zerspaltet haben, dass dem austretenden Kohlensäuregase der Weg gebahnt worden ist.

In Deutschland sind die Säuerlinge sehr verbreitet. Sie finden sich in folgenden Gebirgszügen: in der vulkanischen Eifel, in den Umgebungen des Laacher See's, des Westerwaldes und des Taunus, des Habichtwaldes, des Meissner's, des Vogelgebirges und der Rhön, des Fichtelgebirges, des Erzgebirges, des böhmischen Mittelgebirges und des Riesengebirges mehr oder weniger zahlreich und mit mehr oder weniger CO^2-Entwicklung. Sie folgen ganz genau den basaltischen Zügen von der Eifel bis zum Riesengebirge. Häufig sind eine grosse Anzahl Säuerlinge auf eine kleine Oberfläche zusammengedrängt. In einem dreistündigen Umkreise von Marienbad entspringen 124 Sauerwässer (»Sargen«), wovon allein 73 in der Herrschaft Tepel. Etwa 4 Meilen um Karlsbad herum sind wohl 200 Säuerlinge (*Adolphi; 1733).

Gehen wir auf die böhmischen Gebirgsverhältnisse etwas näher ein! Parallel einerseits dem Erzgebirge, andererseits dem Böhmerwalde erhebt sich südlich u. längs der Eger im nordwestl. Böhmen ein Plateau (nordwestl. Mittelgebirge oder karlsbader Gebirge) in einer Länge von 6 geogr. Meilen in der Richtung von SW nach NO u. etwa 3 Meilen breit, steil nach dem Egerthale u. dem Böhmerwalde hin. Seine grösste Höhe bei Königswart ist 928 M.. Sowohl am nordwestl. Fusse bei Karlsbad u. Rodisfort, als an der südöstl. Abdachung bei Marienbad u. dessen Umgebung entströmt ihm an zahlreichen Stellen M.W. u. Gas. Auch das etwa 650 M. hoch gelegene Königswart ist durch seine Sauerwässer ausgezeichnet. Die Hauptmasse des Gebirges ist Granit, der sich an der westl. u. südwestl. Abdachung

aus krystallinischen Schiefern erhebt, am nordwestl. Fusse vom Braunkohlengebirge begrenzt u. östlich von basaltischen Gebirgen überlagert wird. Diese Graniterhebung trägt eine ausgebreitete Gneus- u. Glimmerschiefer-Bedeckung. Der Granit hob, richtete schräg auf u. durchbrach einst die krystallinischen Schiefer; an den Berührungsstellen wandelte er zugleich den Gneus um. Granit u. Schiefer wurden sodann von Felsitporphyr in ausgedehnten Gangzügen durchbrochen. Auch tritt in diesem Gebirge eine ziemliche Anzahl von Basaltknppen auf; der 833 M. hohe Podhorn ist eine solche Basaltmasse, die an dem südwestl. Abhange mantelförmig von einer Tuffablagerung, einer porösen lavaartigen Masse, als Ueberbleibsel der Kratersubstanz, umgeben wird. Der südliche Fuss ist mit grossen Blöcken gebrannter Auswurfsmasse bedeckt. Die Gas- u. M.W.-Ausströmungen sind hier also nur späte Zeugen der vulkanischen Thätigkeit.

In der Eifel und in den Umgebungen des Laacher Sees entspringen gewiss weit über tausend solcher Sauerquellen. Die CO^2 entwickelt sich hier aber nicht blos aus Sauerquellen, sondern auch unmittelbar aus dem Boden und aus Spalten im Gebirge. Ganz nahe beim Laacher See sind auf dem Wehrer Bruch unzählige M.Qu., wovon nur wenige gefasst sind und zum gewöhnlichen Getränke benutzt werden, die meisten zu einem ausgedehnten Sumpfe sich anstauen. In diesem entwickelt sich die CO^2 mit einem schon in bedeutender Entfernung hörbaren Geräusche, zum Theil in kopfgrossen Blasen und treibt das Wasser wohl fusshoch empor. Welche bedeutende Quantitäten Sauerwasser und CO^2 dort seit undenklichen Zeiten der Erde entströmt sind, zeugen die bedeutenden Ockerablagerungen, wovon jährlich beträchtliche Quantitäten gefördert werden. Zu Burgbrohl hatte sich ein 3 ′mächtiges Ockerlager über römischen Bauüberresten, welche wahrscheinlich der Einfassung einer Qu. angehörten, gebildet. Sehr wahrscheinlich ist das Wehrer Kesselthal, gleich dem Bette des Laacher Sees, der Krater eines erloschenen Vulkanes.

Am Laacher See kommt das Gas theils aus aufgeschwemmtem Lande, aus Trass, vulkanischer Asche, theils unmittelbar aus dem Thonschiefergebirge, welches auch in jenem Falle gewöhnlich nicht sehr fern von ihnen ansteht. Höchst wahrscheinlich, sagt Bischof, kommen sie alle aus diesem Gebirge. Am Fusse der vielen vulkanischen Kegel zwischen dem Laacher See und der Mosel bemerkt man, mit Ausnahme einer einzigen Stelle bei Frauenkirchen, keine Exhalationen. Diese Gegend ist aber auch mit einer sehr mächtigen Lage Bimstein und vulkanischer Asche u. s. w. bedeckt, die an manchen Stellen auf Trass liegen. In einem entfernteren Thale, sowie in den tief eingeschnittenen Thälern, welche sich in das Moselthal münden, kommen indess aus dem Thonschiefer mehrere M.Qu. mit ziemlich reichlicher CO^2-Entwicklung. Im Aarthale, etwa 3 Stunden nördlich vom Laacher See, finden sich wenige Schritte von einander entfernt am Fusse der basaltischen Landskrone die W. zu Heppingen und Landskron, weiter nördlich am Fusse einer kleinen Basaltkuppe das Godesberger W. mit weniger CO^2, noch weiter nördlich zwischen Bonn und Köln Roisdorf am Abhange einer zur Braunkohlenformation gehörigen Hügelreihe. Auf der rechten Rheinseite finden sich CO^2-Exhalationen zunächst bei Ems in dem sogenannten

Schwefelloche, am Ufer und im Bette der Lahn. An der Aar bei Neuenahr sind in jüngerer Zeit Bohrlöcher angelegt worden, die warmes Sauerwasser zu Tage gefördert haben.

Vielfach hat man die Entwicklung der CO^2 u. die Bildung der Sauerwässer als eine innigst mit dem Vulkanismus zusammenhängende Erscheinung, gewissermassen als die Nachperiode des Vulkanismus, oder, um mit Gräfe zu reden, als den Schlussstein des vulkanischen Wirkens angesehen. Struve (die künstl. M.W. II, 1826) drückt sich darüber in folgender Weise aus: »Die Erzeugung der natronhaltigen Quellen gehört nicht bloss den vulkanischen Gebirgsarten als solchen an. Dennoch treffen wir sie fast allein in den Zügen der vulkanischen Gebirge; aber auch nur in oder nahe denselben bemerken wir auf der Oberfläche unserer Erdrinde reiche Entwickelungen von Kohlensäure. Die Geschichte der Vulkane seit Jahrtausenden zeigt uns deutlich, dass an der Wirksamkeit derselben, sei sie übrigens noch eine thätige oder eine scheinbar ruhende, die Entwickelung der Kohlensäure u. anderer sauren Gasarten gebunden ist.« Andere sahen mit Rücksicht auf die Orte, wo Sauerwässer an nicht vulkanischen Stellen durchbrechen (s. oben), die Vulkane nur als eine mechanisch bei dem Hervorkommen der Sauerwässer thätige Gewalt an u. hielten jeden Durchbruch der Schichten an geeigneter Stelle für fähig, einer Sauerquelle den Ausgang zu verschaffen. Besonders hat diese Ansicht an Zustimmung gewonnen, seitdem man in den letzten Jahrzehnden durch Bohrlöcher an solchen Orten, die ohne Anzeige vormaliger vulkanischer Thätigkeit sind, wie Homburg, Oeynhausen etc., reichliche Sauerwässer, eröffnet hat. Es wird jedoch auch hier vielleicht öfters eine Schichtenstörung in der Erdtiefe nachzuweisen bleiben, welche man als die Wirkung einer einst thätigen, nicht zum vollen Durchbruche nach oben gekommenen vulkanischen Kraft anzusehen hat. Die häufigste Veranlassung zu Schichtenstörungen bietet doch immer die Macht des unterirdischen Feuers.

Eine dieser Stellen mit erbohrten Sauerwässern, die nicht mit vulkanischen Bildungen in naher Verbindung stehen soll, ist die von Nauheim. Es ist daher von Interesse die geologischen Formationen dieses Landstriches näher in Augenschein zu nehmen.

Die Umgebung von Nauheim, namentlich der Südabhang des Taunus u. das zwischen ihm u. dem Vogelsberge gelegene Land, die Wetterau, ist aussergewöhnlich reich an kohlensauren Quellen. Diese entstehen alle auf gewissen Schichten des devonischen Systems oder kommen wenigstens in bestimmten Reihen der Streichungslinie der Schichten jenes ältern Sedimentes, ziemlich parallel geordnet, aus den Sand- u. Geröllschichten der Tertiärformation. Aus dem Taunusschiefer u. Quarzite entspringen die Thermen von Wiesbaden, Soden u. Homburg vor der Höhe, sammt den damit im Zusammenhange stehenden Sauerqu. von Kronthal u. Niederrossbach. Die Thermen von Nauheim u. Wisselsheim treten aus auf der Grenze zwischen dichtem, zuweilen in Dachschiefer übergehendem Thonschiefer u. Stringokephalenkalk (einem schwarzen Marmor), welcher bei Nauheim in NO gen SW streichend, 72° gen SO einfallend, von 23—37 M. mächtiger Tertiärgeröllschichte bedeckt ist. Dazu ist auch der Säuerling von Steinfurth zu rechnen. Auch die Qu. von Traishorloff stehen vielleicht mit diesem Zuge in

Verbindung. Der Falte des devonischen Schichtensystemes, in deren Streichungslinie diese Quellen hervorkommen, liegt die Falte Wiesbaden-Homburg parallel, mehr nördlich, nur in einer ältern Formation. Einer noch nördlichern Falte desselben Systems gehören die salzigen Säuerlingen von Sauerbach I, Oberhögern, Münzenberg zu. Die Säuerlinge von Vilbel, Grosskarben, Staden entstehen wahrscheinlich auf einem andern Gesteinswechsel (in einer andern Falte des unter den jüngern Sedimenten fortlaufenden devonischen Schichtensystemes) als die von Schwalheim bei Friedberg, Echzell, Grünschwalheim, Berstadt. Das devonische oder rheinische Schiefergebirge ist, wie Ludwig nachgewiesen hat, in viele parallel gerichtete, zum Theil sehr tief eingebogene Falten gelegt. Wie diese Falten an dem oberflächlich sichtbaren Gestein, so bestehen sie auch an dem unter der Tertiärformation versteckten u. diese letzteren bedingen grade die Anordnung der eben erwähnten Qu. in bestimmte Züge.

In Bezug auf die speziellen geologischen Verhältnisse auf Bode's Monographie verweisend, beschränke ich mich auf wenige erläuternde Zusätze. In der Gegend von Nauheim liegen stark aufgerichtete Schichten von Spiriferensandstein, Orthokerasschiefer u. Stringokephalenkalk nebeneinander. Am Zusammenstoss des Schiefers mit dem Kalke hat die Kohlensäure u. das W. den Weg nach oben gefunden oder sich eröffnet. Dieser Kalk ist ein Bauwerk von Korallen, welche das wärmere Meer der Grauwacke bewohnten u. fast die ganze Masse des Kalkes zusammensetzen.

Gegen Ende der Zeit, in welcher sich der Litorinellenkalk abgesetzt hat, ergoss sich, wie Ludwig sich vorstellt, von Osten, von der Gegend, wo jetzt der Vogelsberg liegt, ein mächtiger Lavastrom in die Gewässer des alten See's. Der Vogelsberg bildet die bedeutendste Basaltmasse Europas u. überdeckt etwa 40 Quadrat-Meilen; es kann also nicht wundern, dass einer seiner Lavaströme einen Weg von 3—4 Meilen machte, um den obern Theil des Wetterauer Tertiärsee's zu füllen. Der Basalt zeigt viele Erscheinungen, die auf die frühere Einwirkung vulkanischer Gase hindeuten. Er wurde vielfach zu Thon zersetzt, der eine günstige Unterlage für Torfmoore bildete. Der Basalt von Rödgen ist kaum 3000′ vom Sprudel entfernt. —

Auch verdient das Kissinger Thal noch einer besondern Erörterung. Es hat eine Länge von 1½ Stunden, ist 400—600 Schritte breit u. von abgerundeten Hügeln begränzt. Das herrschende Gestein ist Buntsandstein. Südöstlich von Kissingen beginnt die Muschelkalk-Platte, welche die mittlern Maingegenden bedeckt; in Kissingen liegt jener in einer steilen Mulde; 2 Stunden entfernt liegt eine 2. Mulde mit Muschelkalk. Aus dem Muschelkalke sprudeln viele nicht salzigen Qu., mit CO^2 beladen, hervor. Zwischen beiden Mulden liegt ein Sattel von Buntsandstein, auf dem da, wo die Saale ihn durchschnitten hat, zahlreiche gasige Salzqu. entspringen. Die bei der Faltung gehobene Partie des Buntsandsteins ist auf dem Rücken des Sattels ohne Zweifel zersprengt u. von tief hinabreichenden Spalten durchzogen worden. Basalteruptionen sind in der Nähe von Kissingen nicht vorhanden, doch sieht man vom 6 St. entfernten Kreuzberge aus wohl 25 vulkanische Bergkegel. Als man 1822 den runden Brunnen an der Saale in einer Gegend, wo viele Kohlensäure-Exhalationen u. schwache Salzqu. zum Vorschein

kamen. 94,5 Meter tief bohrte, befand sich die Soole des Bohrloches noch im bunten Sandstein. Dieser reicht sogar bis 362 M. u. seine untere Gruppe (Vogesensandstein) geht sogar bis 464 M., wie sich bei der Bohrung, die man für den Schönborn-Sprudel anstellte, ergab. Dann kommt Zechstein-Dolomit mit CO^2-Entwickelung, Salzthon, endlich Anhydrit mit Steinsalz, worin der tiefste Punkt des Bohrlochs (584 M.) liegt.

§. 51. Druckkraft der Kohlensäure-Ausströmungen.

Die an der Erdoberfläche als Luftquelle oder mit Wasser oder im Wasser ausströmende Kohlensäure pflegt in Gegenden, wo unzählige Kanäle von der unterirdischen Gasansammlung nach oben steigen, eine nur geringe Druckkraft zu haben; 4—5 Zoll Wasser über den Mündungen dieser Kanäle können dann genügen, um derselben den Austritt nach oben an einer bestimmten Stelle zu verwehren. Im Laacher See sieht man z. B. in der Mitte und schon am Rande, wo das Wasser über einige Zoll hoch steht, keine Gasblasen mehr emporsteigen. Zu Kudowa ist die Spannkraft der CO^2 8″. Anders ist es bei Bohrlöchern, welche der CO^2 einen einzelnen tiefgehenden Ausweg eröffnen, der ihr vorher nicht gegönnt war, oder wo die Natur sich auf vereinzelte Kanalbildungen beschränkt hat. Die bedeutende Menge CO^2, welche aus dem Bohrloche bei Oeynhausen ausströmt, äusserte wenigstens eine Pressung von mehr als 10′ Wasser (9″ Quecksilber). Die Pressung des Gasstromes bringt zuweilen selbst in solchen Gegenden noch auffallende Erscheinungen hervor, welche dem Gase viele Auswege bieten. Zu Meinberg hat das der Erde entströmende Gas eine Spannung von 3″ 6‴—5″ 2‴, im Mittel 4″ 2‴ Quecksilber, überwindet also einen bedeutenden W.-Druck, den man seinem Ausströmen entgegensetzt. (Nach einer andern Nachricht hatte es in den Jahren 1838 u. 39 im Mittel aus 158 Beobachtungen 3″ 11‴ par. Maass oder 10,7 Centim. Spannung. Vgl. noch Gräfe's Jahrb. f. Heilquellen; 1838.) Als man 1801 den Brunnen bis auf 451′ vertiefte, entstand eine so ausserordentliche Ausströmung, dass der 4½ Zoll breite Strahl des Gases 27′ (oder 72′ nach *Gellhaus) frei in die Luft emporstieg und oft faustdicke Steine aus dem Bohrloche hinausschleuderte. Diese heftige Ausströmung, welche aus etwa 43′ Tiefe hervordrang, liess nach einiger Zeit nach. — Als zu Pyrmont das über der Ausströmungsstelle des Gases angebrachte Leitungsrohr einige Zeit abgeschlossen blieb, hob das Gas nicht nur die ansehnliche Last des 8′ im grössten Durchmesser haltenden schweren Metalltrichters, sondern zugleich auch das ganze Häuschen darüber. — Der Bullerborn bei Driburg liegt auf einem Hügel aus Moorerde von 200 Schritt im Umfange. Auf der Höhe dieses Hügels sind grössere und kleinere Vertiefungen, die mit W. angefüllt sind, welches beständig aufwallt. Im ganzen Hügel lässt sich ein siedendes Getöse vernehmen. Ueberall, wo man da eine Grube gräbt, dringt die unterirdische CO^2 zischend empor. — Bei Saatzen und Istrup in der Paderborner Hochfläche strömt die CO^2 gewaltsam aus tausenden Kanälen. In einer sumpfigen Wiese bei Istrup werden durch die nachhaltige Gewalt dieser Ströme Schlammhügel von 15—20′ Höhe und wohl 100′ Umfang aufgeworfen, an deren

Oberfläche zahllose W.-Behälter durch das Gas in brodelnder Bewegung erhalten werden. — In der Moorwiese zu Franzensbad (?) erhebt das kohlens. Gas kegelförmige, einen oder einige Fuss hohe, meist bemooste Hügelchen u. dringt aus ihnen periodisch sehr lebhaft hervor, indem Pfeifen, welche man geschickt in die Mündungen der kleinen Krater eingesenkt hatte, manchmal hell ertönten. Eine der Franzensbader Qu. hiess Polterbrunn, in frühern Zeiten auch wohl fons acidus insanus, u. wurde wegen ihres donnerartigen Getöses als eine Merkwürdigkeit erwähnt (Agricola).

Die Schliessung vieler kleinen Gasausströmungen durch W.-Druck muss die aus den weitesten oder niedrigsten Kanälen austretende Gasmenge vermehren. So fand *Bischof nach anhaltendem Regenwetter das Ausströmen der CO^2 in den zu Burgbrohl entspringenden Säuerlingen vermehrt. Zu Meinberg, hörte er, dass bei nasser Jahreszeit, und auch während des Winters, wenn der Erdboden gefroren ist, die Gasentwickelung stärker als bei trockener Jahreszeit sei. *Peez bemerkt von der Qu. zu Fachingen, dass sie im Frühlinge zur Zeit starker Regen, wenn der Schnee schmilzt und die Umgegend des Brunnens leicht überschwemmt wird, ungleich gasreicher als zu andern Jahreszeiten sei. Kastner will wiederholt gesehen haben, dass M.Qu., welche frühjährlichen Ueberschwemmungen ausgesetzt waren, sich nach vollendeter Klärung um so gasreicher zeigten, je grösser die Höhe und mithin der Druck der W.-Säulen gewesen, welche die Qu. vorher belastet hatten. Das W., welches den Erdboden getränkt hat, und die angeschwemmten Massen werden gewiss noch lange nach der Ueberschwemmung viele Nebenausgänge des Gases verstopft halten.

Ueber die intermittirend eintretende mechanische Wirkungen der CO^2 auf das W. sprechen wir wohl besser im Abschnitte: Physik.

§. 52. Masse einiger Kohlensäure-Ausströmungen.

Es ist lehrreich, einen Blick auf die Gesammtmenge der mit u. neben dem W. an einigen Quellstätten hervorkommenden CO^2 zu werfen.

Der Driburger Trinkbrunnen entwickelt ausser 2400 K.F. Sauerwasser noch zudem täglich etwa 6000 K.F. CO^2, wenn dies auch nur rhein. K.F. sein sollen, 185,5 K.M. täglich; die andern dortigen Qu. wohl noch 4—5mal so viel; die Pyrmonter Qu. u. Kanäle sollen wenigstens 18000 K.F. (556 K.M.) geben. —

Bei 2 Quellen zu Burgbrohl fand *Bischof die Menge des absorbirten u. des entwickelten Gases zu 6146 u. 8713 K.F. täglich (das 5,3 u. 2,4Fache des W.). Eine Gasqu. daselbst ergab allein 4237—5650 K.F. (etwa 500—700 Pfunde) täglich, jährlich also 100 000—130 000 Kilogr. Gas. — Die sog. Gasqu. zu Kudowa gibt täglich an 168 Kilogr. CO^2 ab.

Zu Franzensbad, wo das Gas aus einem Moorgrunde, der $^1/_2$ Meile lang, $^1/_5$ Ml. breit ist, an unzähligen Punkten hervordringt, fliessen jedenfalls jährlich 300 000 K.M. Sauerwasser aus der Erde. Die dortige Gasqu. lieferte (jede Minute 4 wien. K.F.) jährlich 2 100 000 K.F., fast 66 000 K.M. oder 130 000 Kilogr. Gas; welches beinahe reine, mit etwas SH versehene CO^2 ist.

Die Gesammtwassermenge von 6 Sauer-Qu. zu Marienbad beträgt (200 K.F. stündlich oder) 83200 K.M. oder 166 000 Kilogr. jährlich. In dem kleinen Raume des Gasbadehauses strömen jährlich an 2940 Centner, also wieder 160 000 Kilogr. CO^2 aus. Pleischl meint, dass die Gesammtmenge des in u. nahe um Marienbad sich entwickelnden Gases 1000 mal mehr betrage; doch dürfte diese Schätzung zu gross sein.

Bohrlöcher geben oft eine erstaunliche Menge Sauerwasser u. Kohlensäure-Gas. Zu Kannstadt, wo viele Bohrqu. sind, fliessen jährlich an 7 Millionen K.M. Sauerwasser. — Aus dem Hauptbrunnen zu Oeynhausen kommen jährlich 1 900 000 K.M. Sauerwasser. — Die Nauheimer Sprudel (die Kurbrunnen ungerechnet) liefern täglich etwa 2330 K.M. Soole, auf den Gehalt der Friedrich-Wilhelm-Quelle als der concentrirtesten Qu. reducirt, 1887 K.M., d. i. jährlich 690 000 K.M. Soole u. (ausser dem an die Bicarbonate gebundenen) an 1 600 000 K.M. oder 1 360 000 Kilogr. kohlens. Gas. Das Gewicht der in der Soole enthaltenen CO^2 macht 2 780 000 Kilogr. aufs Jahr aus. — Aus drei Bohrlöchern zu Neuenahr strömen täglich an 1540 Kilo, jährlich 660 000 Kilo CO^2.

Im Bassin von Vichy, worin auch Cusset, Vaisse, Hauterive u. St. Yorre liegen, ist eine grosse Zahl natürlicher u. gebohrter Sauerwässer, die täglich an 680 K.M. Sauerwasser geben. Bouquet schlug die von ihnen jährlich gebunden u. absorbirt mitgebrachte CO^2 auf 1 140 000 Kilogr. jährlich an; freilich beträgt die Menge der absorbirten ohne die zweitatomige nur etwa 3/10 dieser Zahl.

Gegen die Erdoberfläche u. Erdmasse gehalten, sind das aber alles nur verschwindend kleine Mengen. Eine Gas-Ausströmung, die, wie die zweier Qu. zu Meinberg, in der Minute 20 oder im Jahre 10½ Millionen K.F. ausströmte, würde erst in 53 Jahren eine geogr. Quadratmeile Land 1 Fuss hoch mit CO^2 bedecken können; und um eine Kubikmeile, deren die Erdmasse 2653 Millionen einnimmt, auszufüllen, würde diese Ausströmung 1¼ Million Jahre bedürfen. Wenn jährlich in u. bei Marienbad im Umkreise weniger Stunden jährlich 83 Millionen K.Meter Gas aus der Erde austräten, so würde dies doch noch nicht in 5000 Jahren hinreichen, den Raum einer einzigen Kubikmeile zu füllen. Die auf jährlich 2 Millionen Centner oder 100 Millionen Kilogr. geschätzten Ausströmungen der Eifel, oder etwa 50 Mill. K.M., füllen nur den Raum eines Kubus von 369 Meter Seite; diese Menge CO^2 würde einem Würfel Kohle von 30 Meter Seite entsprechen, wenn man für die Kohle auch nur ein spezifisches Gewicht, das gleich dem des W. ist, annähme. Was ist aber ein solcher Würfel Kohle gegen die in den Kohlenformationen aufgehäuften Massen! Wie viele CO^2 musste von den Pflanzen der Urwelt aus der Luft aufgenommen werden, um jene viele Meilen weit sich erstreckenden Ablagerungen zu bilden, die wir bis zu einer Tiefe von mehreren Tausend Fuss in vielfachen Lagen aufgestapelt finden!

§. 53. Spontane Ausströmungen hinsichtlich des Prozent-Gehaltes an Kohlensäure. Wechselnde Mischung derselben.

Die meisten Kohlensäure-Entwickelungen Mittel-Europa's sind fast ganz oder ganz frei von der Beimischung anderer Gase. Alle Ausströmungen in den Umgebungen des Laacher See's, aus der sumpfigen Fläche bei Istrup, aus den Meinberger und Driburger M.Qu. fand Bischof fast ganz rein ohne Zumischung anderer Gase, im Fehlenborn und der Heppinger

Qu. z. B. nur 0,88 und 1,81 Volumenproc. eines der atmosphärischen Luft fast gleich zusammengesetzten Gemenges. Weiter vom Laacher See entfernt, wo die Gasausströmungen mehr vereinzelte Erscheinungen sind, findet sich der CO^2 mehr N beigemischt (zu Ehlingen im Aarthale 3,37, zu Roisdorf 6,06, zu Godesberg 17,7 bis 18,5 Volumenprocente) neben einer unverhältnissmässig kleinen Menge O (0,325, 0,254, 0,33 bis 0,77 %). Zu Oeynhausen, wo nur eine einzige Oeffnung der CO^2 gegeben war, strömten 6 % fremden Gases mit ihr aus.

Es bestand das spontane Gas aus:

Zu	CO^2	N	O
Chateldon	99	0,65	0,35
Tarasp	98,02	1,72	0,26
St. Moritz	99,34	0,43	0,23
Kudowa	99,67	0,33	
Geilnau	98,53	1,47	
Lamscheid	99,19	0,81	(incl. O)
Kronthal (Stahlqu.)	98,87	0,94	0,19
» (Salzqu.)	97,07	2,82	0,11
Wildungen (Georg-Viktorqu.)	99,35	0,58	0,07
» (Badqu.)	99,63	0,37	(incl. O)
Neuhaus (Bonifazqu.)	96,18	3,82	
» (andere Qu.)	75,79	24,21.	

Das Gas des Sodener Sprudels hatte ausser CO^2 97,81 u. N 2,12 noch Grubengas 0,05, SH 0,02.

Bouquet hat das spontane Gas von 6 Qu. des Vichy'er Bassins untersucht u. darin gar keinen O u. N gefunden, obwohl nach der Angabe von Baudrimont in der Grande Grille 1,8, im Puits Carré 1,6 % atmosphärischer Luft sein sollten.

Eine Therme zu Tjiratjas auf Java gibt spontan ein Gas mit 97 % CO^2 ab; aus einer andern javanischen Therme zu Plantungan entwickelt sich reichlich ein solches mit 99 % CO^2.

Zu St. Allyre besteht das Gas nach Girardin aus CO^2 68,8, N 25,5, O 5,58. — In den Aachener Thermen bestehen nur 17,6 oder 30,89 % der ausströmenden Gase aus CO^2, das Uebrige meistens aus N, Weniges aus CH und SH. Aehnlich verhält es sich zu Nenndorf. Bei den toscanischen Heilquellen, meist Thermen, deren Ausströmungen Giulj untersucht hat, fanden sich in diesen verschiedene Mengen CO^2 beigemischt, von 10—85 %. Meistens war damit nur N u. O, öfters auch SH verbunden.

Der CO^2-Gehalt der austretenden Gase zu Bath soll nicht constant sein (Daubeny). Das Gas der Mofetta di S. Quirico, welches eine Eisenqu. in enormer Menge ausgibt, besteht aus CO^2 mit einer Spur vielleicht zufälligen Schwefelwasserstoffs. Zu verschiedenen Zeiten bestand das Gas aus

CO^2	N	O	
90	8,94	1,06	
90	9,5	0,5	
92	7,5	0,5	nach Orosi 1847.

§. 54. Temperatur der Gasströme und der Sauerwässer.

Trockene Gasströmungen sind meistens kalt, oder lauwarm, wie die in der Pyrmonter Höhle. Marcard maass im heissen Sommer 1783 die Wärme des Dunstes in der genannten Höhle. Gewöhnlich fand er die Wärme in der offenen Grotte zwischen 61½—62½ F. = 16,4 bis 17,5 C. Bei 88 F. Luftwärme und sehr hoch stehender Dunstlage, war sie etwas über 61, bei 75 Luftwärme und sehr niedriger Dunstlage 61½, bei der sehr grossen Hitze von 88 F. im Schatten, 62 F.. Wenn Seip anführte, dass der Dunst zur Winterszeit oft stark durch den Schnee durchgebrochen sei, ohne ihn zu schmelzen, so beweist dies nur, dass er keine besonders hohe Hitze hatte. *Brandes fand bei 17°7 C. Lufttemp. die Dunstlage 13°4 warm, im Winter bei 2° nur 4°. Es ist aber zu bemerken, dass diese Luftquelle durch Spalten feuchtkalten Gesteines, welches sie zu verschiedenen Zeiten mehr oder weniger abkühlen muss, empordringt.

Wo solche äussere Einflüsse wegfallen, ist die Temperatur der kohlensauren Gasströme constanter. Bischof fand sie im Brohlthal, wo er deren oft untersuchte, immer von der Wärme der Quellen. Piderit fand sie zu Meinberg, wo das Gas nahe an den Qu. unmittelbar aus den Röhren hervordringt, fast ohne alle Schwankung das ganze Jahr durch 8¾° warm.

Lauwarm ist das etwas feuchte Gas der Hundsgrotte.

»An manchen Orten bricht CO^2 gemengt mit W.-Dämpfen aus der Erde hervor. Eines der merkwürdigsten Vorkommnisse dieser Art bilden die Lagoni in Toscana, in einer hügeligen Gegend, im Umkreise von mehreren Stunden ohne den geringsten Pflanzenwuchs und stets eingehüllt in einen weissen übelriechenden Nebel. Der Boden ist dort durch die an zahllosen wechselnden Stellen ausströmenden Gase und Dämpfe aufgelockert, an einigen Stellen oberflächlich trocken und oft brennend heiss, an andern mit schlammigen Pfützen (Lagoni) bedeckt. In geringer Tiefe findet man überall eine schlammige durch heisses W. verflüssigte Masse. Die Dämpfe und Gase erheben sich mit grosser Gewalt, theils aus Spalten und Oeffnungen (Suffioni genannt) der erhärteten Kruste, theils mitten aus kleinen Pfützen, indem sie die Flüssigkeit aufwerfen und Schlamm mit W. emporschleudern« (*Buff zur Physik der Erde; 1850). Die Temperatur dieser Dämpfe wird zu 97—100° angegeben. An andern Orten sind sie mit schwefeligen Theilen vermischt was meist nur in geringem Grade der Fall ist, und heissen dann Solfataren.

Die eigentlichen Säuerlinge sind meistens kalt. Zwar bemerkt v. Buch, dass er kein Sauerwasser kenne, dessen Temperatur nicht jederzeit die der laufenden W. und reinen Qu. übertroffen hätte, doch erhebt sich die Temp. derselben selten viel über die mittlere Bodentemp. des Ortes. Es gibt übrigens doch auch manche Thermen, die etwas CO^2 enthalten. Selten haben diese aber in Mittel-Europa mehr als etwa $^1/_7$—$^1/_5$ Vol. dieses Gases, wenn es nicht Bohrquellen sind, wie etwa Nauheim, Neuenahr, Oeynhausen.

In der Residenz Samarang auf Java ist die kohlens. Therme (43°9) von Plantungan, woraus sich ein Gas mit Gewalt entwickelt, das aus

CO^2 99,03, O 0,97 nach Mayer besteht. Zu Tji-Pannas steigen in einem W. von 41° viele Blasen eines Gases mit 97 % CO^2 auf. (Dieses W. soll aber nur 8,6 freie CO^2 enthalten; überhaupt sind die Angaben über die freie CO^2 der Javanischen Thermen so, dass man vermuthen möchte, die W. seien nicht mit ihrem vollen CO^2-Gehalte zur Untersuchung gekommen.) Waitz erwähnt eine Eisentherme zu Medinie auf Java, die 57°5 warm ist u. unter Entwicklung von viel CO^2 3 Fuss hoch im Bache aufspringt; die Nähe von Lava zeigt den vulkanischen Charakter der Gegend (*Brandes Arch. 47. B., Mai).

In Amerika gibt es in einer vulkanischen Gegend stark mit CO^2 geschwängerte Thermen, Bierquellen genannt, wovon die heisseste 85° hat (Daubeny Vulkane; 1851, 254). Dagegen gruppiren sich neben den heissen Qu. Karlsbad's in einem Umfange von 5 Meilen Hunderte kalter Säuerlinge, die an der Wärme dieser Thermen keinen Antheil nehmen.

In den Cordilleren steht der Reichthum der Qu. an CO^2 mit der Höhenlage u. Temperatur derselben in keinem Verhältnisse. Poggendorf's Annal. XXXII, 262.

§. 55. Gehalt einiger warmen Wässer an absorbirter Kohlensäure.

Viele warmen Quellwässer haben nur sehr kleine Mengen von absorbirter CO^2, z. B. Montdor u. Herkulesbad nur Spuren, Warmbrunn 0,1, *Burtscheid (heisseste Qu.) 0,11, Teplitz 0,15—0,5, Landeck 0,2, Leuk ca. 0,2, Bourbon Lancy 0,67, Pfeffers 0,81, Johannisbad 0,92, *Daruvar 0,96, Wildbad 1,1—1,3, Liebenzell ca. 1,6; andere gehen schon etwas höher, z. B. *Wiesbaden 3,2, *Chaudes aigues ca. 4, u. stehen den Halbsäuerlingen nahe. In den meisten dieser Zahlen scheint die zweit-atomige CO^2 noch einbegriffen zu sein; bei den mit * bezeichneten Wässern ist sie abgezogen. Bei Warmbrunn u. Teplitz reicht die sog. freie CO^2 lange nicht aus für das 2. Atom.

Im Nachfolgenden notire ich einige an absorbirter CO^2 reichere Thermalquellen. Die in () eingeschlossenen Zahlen enthalten auch die zweit-atomige CO^2.

		Temp.	CO^2-Gewicht.	
Neuenahr,	Mariensprudel	41°2	6,4	(11,7)
»	Grosser Sprudel	37°5	6,9	(11,8)
Nauheim,	Friedrich-Wilhelm-Sprudel	38°7	ca. 4,9	(12,4)
»	Grosser Sprudel	32°2	9,4	(16)
»	Kleiner Sprudel *)	ca. 29°6	16,8	(22,6)
»	Kurbrunnen	21°9	18,2	(22,9)
Oeynhausen		33°1	7,6	(14,3)
Soden		24°	9,5	(15.9)
Kissingen,	Soolsprudel	fast 20°	ca. 15,5	(21)
»	[Rakoczy	10°7	19,1	(24,8)]
»	[Pandur	10°7	23,7	(28,6)]

*) Die frei neben der Soole ausströmende CO^2 soll 84 Vol. % von jener betragen; also auf 10000 Gewicht des W. 16,5 Gewicht.

		Temp.	CO^2-Gewicht.	
Szliacs,	Spiegel I	32⁰3	13,5	Wohl incl. das 2. Atom.
»	Adamsquelle	25⁰2	13,2	
»	Lenkeyquelle	22⁰7	18,3	
»	Dorotheenquelle	22⁰	12,8	
»	(Josephsquelle	11⁰2	28,5).	

Es sind hier vorzugsweise solche Sauerwässer angeführt, welche durch Bohrlöcher als Sprudel aufsteigen; mehrere derselben (Nauheim, Oeynhausen, Soden, Kissingen) sind stark salzhaltig, worauf hinsichtlich der absorbirten CO^2 Rücksicht zu nehmen ist. Im Allgemeinen kann man aber sagen, dass die wirklich absorbirte CO^2 so ziemlich mit den Absorptions-Coëfficienten für destillirtes W., soweit sie bekannt sind, in Uebereinstimmung ist, u. dass in den Qu. desselben Ortes die freie CO^2 mit wachsender Temperatur abnimmt.

Es ist wohl richtiger zu sagen, dass alle diese Kohlensäure-Sprudel weniger Gas enthalten, als eine ruhige Wassermasse derselben Temperatur absorbirt halten könnte. Die wärmsten derselben haben merkwürdiger Weise nur 6—10 Z.T. Gas u. eignen sich schon wegen dieser schwachen Gas-Sättigung nicht dazu, um als Luxusgetränke versendet zu werden. Mit Selterswasser von 20—23 Z.T. CO^2 würden sie nicht concurriren können.

Eine ähnliche Bewandtniss hat es im Allgemeinen mit den stark alkalischen Sauerwässern des Bassins von Vichy. Bouquet hob dies besonders in Bezug auf die Gesammtkohlensäure hervor; er stützte sich dabei auf eine Reihe von ihm gemachter Analysen, wobei er die Temperatur der Quellen eben dann genommen hatte, als er das W. zur Analyse entnahm. Vergleichen wir die letztern zuerst in Bezug auf Temperatur u. Gehalt an absorbirter (I) u. an absorbirter + zweit-atomiger (II) CO^2 in 10000.

Quellen	C⁰.	I	II
Carré	44,7	8,76	26,47
Chomel	44,	7,68	25,98
Grille	(33,65?)	9,08	26,63
Hôpital	30,8	10,67	28,93
Lucas	29,2	17,51	35,5
Célestins	14,3	10,49	28,77
Neue »	12	12,99	29,73.

Die beiden letztern machen also eine Ausnahme. Bei den Bohrquellen, welche zwar als weniger warme durchschnittlich mehr CO^2 wie die natürlichen haben, ist doch eine solche mit der Temperatur-Abnahme zunehmende Reihenfolge im CO^2-Gehalte nicht nachzuweisen, eher das Gegentheil; aber diese Qu. liegen in 4 Ortschaften, also zu weit entfernt, um miteinander in Vergleich treten zu können.

Bei den von Lefort untersuchten 14 Qu. von Chateldon lässt sich nur im Allgemeinen sagen, dass die kältern mehr absorbirte CO^2 haben, als die wärmern; die 37⁰ warme hat 11,95, eine 35⁰ warme 13,18.

Zu St. Nectaire haben Quellen von 38⁰—40⁰9 8,6—10,6 u. eine von 37⁰5 15,3 absorbirte CO^2.

§. 56. Ursachen des Austritts der absorbirten Kohlensäure.

Ist ein mit CO^2 beladenes W. der Luft ausgesetzt, so tauschen sich O u. N der Luft mit der CO^2 des W. aus. *) Dem Graham'schen Diffusionsgesetze zufolge, welches angeblich auch dann gültig bleiben soll, wenn ein Gas von einer Flüssigkeit absorbirt, das andere nicht absorbirt ist, müsste das vom W. absorbirte Volumen von N oder O noch etwas grösser sein als die verdrängte CO^2 u., weil das W. nur eine Kleinigkeit von jenen Gasen aufnehmen kann, die verdrängte CO^2 noch kleiner sein. In der Wirklichkeit findet sich aber, dass, auch wenn die über dem kohlensäurehaltigen W. befindliche Luft nur wenig in das W. eingeht, doch ein grosser Theil CO^2 austritt. **) Dies geschieht aber deshalb, weil die CO^2 des W. in den über diesem befindlichen Raum, insofern er keine CO^2 enthält, so eintritt, als ob dieser Raum leer wäre u. sich so lange darin vertheilt, bis sich die Spannkraft des Ausgetretenen und des Zurückgebliebenen ausgeglichen hat. Ist dieser Raum nun kein geschlossener, sondern ein unendlicher, freier, worin sich die aus dem W. ausgetretene CO^2 in die Atmosphäre verliert, so tritt immer aufs Neue CO^2 aus dem W. in die Atmosphäre, bis es zuletzt alle absorbirte CO^2 an diese abgegeben hat. Verlangsamt wird dieser Gasaustausch durch die über dem Quellspiegel lagernde Gasschicht; je weniger also die Luft über einem Sauerwasser wechselt, um so langsamer verliert es seine CO^2.

Zunächst, selbst schon ehe es an die Erdoberfläche gelangt, gibt das W. die CO^2 ab, welche es überschüssig gegen den momentan herrschenden Luftdruck hat. In hohen Gegenden hervorkommende Sauerwässer müssen wegen des schwächern Luftdruckes sogleich mehr CO^2 abgeben, als wenn sie an niederen Orten quellten. Die in wenigstens 1670 Meter Höhe unter einem mittleren Barometerstande von 615 Millim. befindliche Qu. von St. Moritz im Ober-Engadin wird fast $^1/_5$ weniger Gas halten können, als wenn sie am Meeresufer unter 760 Mill. Druck gelegen wäre. Diese Qu. ist $4^0 4$ warm. W. von diesem Temperaturgrade würde bei 760 Mill. ca. 30,33, also bei 615 Mill. etwa 24 Z.T. CO^2 absorbirt halten können; es hat auch fast genau so viel, nämlich 25,48 ***). Vielleicht war der Barometerstand damals etwas höher, als das Mittel beträgt. Für derartige Betrachtungen u. für die

---

*) Zwei nur mechanisch aufeinander wirkende Gasarten, durch eine poröse Scheidewand (feuchte thierische Blase, Seifenblase) bei gleichem Drucke getrennt, strömen ineinander über, u. ihre ausgetauschten Volumina verhalten sich umgekehrt wie die Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeit (Graham's Diffusionsgesetz). Die Quadratwurzeln der Dichtigkeiten sind aber folgende: für $O = 1{,}051$, für N 0,986, für CO^2 1,237. Für 1 O, das eintritt, werden CO^2 0,85, für N 1, CO^2 0,8 austreten.

**) „Hat eine Flüssigkeit schon eine gewisse Menge von einem Gase aufgenommen, so kann ein Theil derselben durch eine andere Gasart wieder daraus verdrängt werden. Der Grund dieser Erscheinung ist jedoch nicht in einem bestimmbaren Verhältnisse zur chemischen Verwandtschaft zu suchen. So nimmt z. B. 1 Maass W. 1 Maass kohlens. Gas bei 15° auf. Bringt man diese Mengung in einem verschlossenen Gefässe in Berührung mit $^1/_2$ Maass Stickgas, so wird sehr wenig Stickgas absorbirt, jedoch durch dieses ungefähr $^1/_2$ Maass kohlens. Gas verdrängt." Eisenlohr Physik; 1860. Mineralwässer sind meistens noch mit N ziemlich gesättigt, es fehlt ihnen gewöhnlich nur O.

***) Die in §. 19 angegebene Zahl 30,23 enthält auch die zweit-atomige CO^2.

Vergleichung verschiedener Bestimmungen der absorbirten CO^2 wäre es immerhin gut, den Barometerstand am Quellspiegel im Augenblicke der Fassung des W. zu bemerken. Uebrigens bedarf es einer kurzen Zeit, ehe alle CO^2 ausgetreten ist, die mehr vorhanden, als dem Luftdrucke an der Erdoberfläche entspricht. Es enthält z. B. nach Bunsen die 10^0 warme Petersqu. zu Petersthal bei 735 Mill. Barometerstand am Quellspiegel 1,27 Vol. CO^2, während diesem Drucke und jener Temperatur 1,13 Vol. entsprächen; das W. ist also momentan um mehr als $^1/_{10}$ mit CO^2 übersättigt. Wenn aber viele M.W. bei der Analyse mehr absorbirte CO^2 aufwiesen, als dem momentanen Luftdrucke entsprach, so wird das auch nicht selten daher gekommen sein, dass das analysirte W. in einer grössern oder kleinern Entfernung unter dem Spiegel gefasst worden war; woher es auch kommt, dass mehrere Analysen desselben W. gewöhnlich einen verschiedenen Gehalt an absorbirter CO^2 herausstellen.

Jede Bewegung des kohlensauren W. bringt die Theilchen, welche noch mehr CO^2 enthalten, als der darüber befindlichen Luftmischung entspricht, in Berührung mit dieser und gibt so zur schnellern Entbindung Veranlassung; wie sie auch im Gegentheil durch häufig erneuerte Vermischung des W. mit einer kohlensäurereichen Luft die Absorption vermehren kann. Weniger wirkt die Bewegung auf das Freiwerden des Gases durch die innere Collision der Theilchen u. durch das Anprallen an die Wände. Die Gegenwart fester in das W. gebrachter Körper muss, gleichwie sie die Dampfbildung befördert, auch die Entbindung der CO^2 anregen. Man kann die das Gas bindende Kraft des W. namentlich durch poröse Körper, an welche es Adhäsionskraft ausübt, . ablenken u. schwächen. Bringt ein poröser Körper, wie immer, noch absorbirte Luft mit, so wirkt auch diese auf die Entbindung der CO^2. Ist derselbe zudem löslich, z. B. Kochsalz, Zucker, so verdrängt er die CO^2 in seiner Lösung fast mechanisch u. indem er gelöst vom W. getragen wird, ist die Kraft des W., das Gas zurückhalten, gemindert.

Wärme, welche das Gas bedeutend mehr als das W. ausdehnt, vermindert die Absorptionskraft des W. mehr als dieser Ausdehnung des Gases entspricht. Werden durch einen höheren Wärmegrad Dampfblasen im W. erzeugt, so diffundirt die CO^2 in diese Dampfblasen hinein u. wird von ihnen fortgeführt.

Wie die Dampfblasen hier Veranlassung zur Austreibung der CO^2 geben, so kann man auch durch ein im W. fast unlösliches Gas, z. B. Wasserstoff, den man fortdauernd hindurchleitet, die absorbirte CO^2 aus einem W. entfernen.

§. 57. Absorbirte und zweit-atomige Kohlensäure bei künstlicher Erwärmung.

Die absorbirte CO^2 wird, wie schon gesagt worden, von der Wärme beeinflusst, während man dies von der zweit-atomigen nur mit einer gewissen Einschränkung behaupten kann. Der Einfluss, den die Wärme auf die absorbirte CO^2 ausübt, ist durch den Versuch festgestellt u. hängt von der Absorptionsfähigkeit des W. ab. Die Absorptions-Coëfficienten sind leider

nur bis zu 20° gehörig ernirt. Doch ist wenigstens so viel sicher, dass bei höheren Wärmegraden immer weniger CO^2 in Absorption gehalten werden kann. Bis zu etwa 30° kann aber jedenfalls noch ein ziemlicher Antheil im W. gelöst bleiben. Von 15°—20° fällt der Absorptions-Coëfficient nur noch von 1,002—0,901, also um 0,1, während er von 10—15° um mehr als 0,184 sinkt; demnach würde er von 20 bis 35° wahrscheinlich nicht um 0,1 für je 5 Grade fallen. Man kann also wohl annehmen, dass er für 25° grösser als 0,8, für 30° grösser als 0,7, für 32° grösser als 0,6 sein werde *); danach würden denn bei 30° noch 12 Z.T. CO^2 gelöst bleiben können. Eine solche Grösse der Lösung kann aber nur unter den günstigsten Umständen erreicht werden. Im Gewöhnlichen, wo die Erwärmung unter Luftzutritt stattfindet u. der Austausch der Gase durch Diffusion beschleunigt wird, darf man nicht hoffen, in einem W. von 30° mehr als 0,25—0,3 Vol. des W. CO^2 zu conserviren, wenn aber eine beständige Zuleitung von CO^2 in die Flüssigkeit u. eine CO^2-Atmosphäre über derselben unterhalten wird, vielleicht etwa 0,5 Vol.. Das hier Gesagte beruht auf den nachstehend angegebenen Experimenten.

Es verlor ein Sauerwasser von St. Moritz, das ursprünglich 25,484 absorbirter u. 4,749 zweit-atomiger CO^2 enthielt, bei Erwärmung in einer dem Dampfbade ausgesetzten Porzellanschale, wenn es 1/2 St. auf den angegebenen Grad gehalten wurde, bei 25° 10,6 (Rest 14,88),
bei 37°5 26,7.

Dass dabei schon alle freie CO^2 fortgegangen war, zeigt sich darin, dass

---

*) Nach Henry soll er, wie oben gesagt wurde, für 29°5 0,84 sein u. für 43° noch zwischen 0,45—0,6 liegen.

Nach *Bromeis (Thermen zu Nauheim; 1851) ist die Spannung einer mit 2 Atmosphären geschwängerten Flüssigkeit von 280 Z.T. Gehalt Kochsalz gleich den unter I angegebenen Zahlen; wobei aber keine Correctur wegen der Tension des Wasserdampfes angebracht ist. Diese Tension hat übrigens nur einen geringen Einfluss. Die unter II stehenden Zahlen würden so ziemlich richtig die Spannung nach Abzug der Wasserdampf-Tension angeben. Berechnet man unter der Annahme, dass die absorbirte Menge der Druckkraft proportional geht, die bei den angegebenen Temperaturen unter 760 Mill. Druck absorbirten CO^2-Mengen, so erhält man die Werthe unter III, auf welche hier die Aufmerksamkeit zu richten ist.

	I	II	III	
Wärme:	Atmosphären:		Absorbirte CO^2:	
0°	1,406	1,4	1,429	Vol. (W. = 1)
2°5	1,526	1,519	1,311	„
6°25	1,698	1,688	1,178	„
11°25	1,897	1,884	1,054	„
15°	2,	1,983	1,	„
19°4	2,25	2,228	,889	„
23°75	2,5	2,472	,8	„
31°25	2,857	2,813	,7	„
32°5	2,951	2,904	,678	„
33°75	3,051	2,997	,657	„
37°5	3,273	3,207	,611	„

Also auch nach diesen mit Salzwasser angestellten Versuchen bleibt bei den zum Baden gebräuchlichen Temperaturen noch eine gehörige Menge CO^2 absorbirt; bei 37°5 immerhin noch 12 Z.T. Gewicht.

auch bei 62°5 nicht mehr (26,4) fehlte. Wenn es aber bis 75 etwa warm gehalten wurde, ging auch die zweit-atomige CO^2 theilweise weg; denn es blieb nur 5,49 im W., was etwas mehr ist als die erst-atomige CO^2 betrug.

*F. Hoffmann erwärmte grosse Quantitäten Homburger Sauerwasser (Kaiserbrunnen). Als er solches über freiem Feuer bis 50° erhitzte, behielt es noch nicht 0,2 seines Vol. CO^2 bei (also noch nicht 4 Z.T., vielleicht zweit-atomige), u. selbst wenn er mit Dampf von aussen her eine Wanne bis auf 49—66° unter beständigem Einleiten von CO^2 erwärmte, hielt das W. nur etwas über 0,333 Vol. (ca. 7 Z.T. Gesammtkohlensäure?). Erwärmte er das W. bis auf 30° durch Zusetzen von kochendem W. oder Einführen von Dämpfen, so hielt es auch nicht über 0,25 Vol. (ca. 5 Z.T.) u., wenn die Erwärmung durch Dampf von aussen geschah, doch nur etwas über 0,333 Vol. (ca. 7 Z.T.). Wurde während des Erwärmens von aussen durch Dampf ein Strom CO^2 eingeleitet, so hielt das W. gegen 0,5 seines Volumens CO^2.

Beim Driburger und Schwalbacher Sauerwasser scheint man in einzelnen vorsichtig angestellten Versuchen mehr CO^2 bei einer Erwärmung bis 31° erhalten zu haben; ich möchte jedoch schon nicht mehr für die Richtigkeit der Experimente einstehen.

W. aus dem Schwalbacher Weinbrunnen, der nach Fresenius 27 Z.T. absorbirter CO^2 hält, zeigte, als es mit Dämpfen auf 31°25 erwärmt worden, noch fast 64 % der ursprünglichen CO^2 (also wohl 17,3 Z.T.) u. ein damit bereitetes Bad, das 1/2 Stunde in Gebrauch gewesen, 61,4 % (also wohl 16,6 Z.T.). Erlenmeyer.

Dumenil untersuchte ein 3/4 St. in Gebrauch gewesenes, auf 31° erkaltetes Bad aus Driburger Sauerwasser u. fand noch (19,5—20,3 K.Z. CO^2 im Pfunde W., also wohl) 13—15 Gewicht in 10000 W..

Wenn die Badewässer 1/2—3/4 Stunde, wie hier berichtet wird, in Gebrauch waren, so waren sie doch der Diffusion des Gases zu sehr ausgesetzt, um noch 13—17 Z.T. Gas im W. erwarten zu lassen.

Durch zweckmässige Behandlung des W. zu Pyrmont gewannen die Bäder gegen die frühere Zeit, wo v. Gräfe mehrmals kaum 0,4 Vol. (also ca. 7,9 Z.T.) Gas gefunden hatte, dermassen an CO^2-Gehalt, dass das W. 1/2, ja 3/4 St. lang deutlich moussirte, dass der ganze Körper unter dem W. immer wieder von Luftblasen bedeckt wurde, selbst wenn man diese durch Ueberfahren mit der Hand entfernt hatte u. dass endlich, gemäss wiederholter Untersuchungen in dem W. schon benutzter Bäder, unmittelbar nach ihrer Anwendung, noch an 0,95 Vol. kohlens. Gases enthalten waren. v. Gräfe (dem wir diese Notiz verdanken) scheint die Untersuchung selbst gemacht zu haben. Ich muss nun gestehen, dass ich an diese 95 Volumen-Prozente ebenso schwierig glauben kann, als v. Gräfe an die von Brandes u. Krüger bei einer ähnlichen Behandlung des W. in 13,6 K.Z. gebrauchten Badewassers gefundenen 14 K.Z. CO^2 glauben konnte. Fand hier nicht irgend eine Täuschung statt? Bunsen erhielt ja für 20° schon nur 0,9 Vol.. Das Wesentlichste bei der Erwärmung nach der neuen Methode bestand darin, dass diese in gedeckten Pfannen bis zu 87°C. stattfand u. 1 Theil vom erwärmten W. mit etwas weniger als 3 Theilen kalten Sauerwassers vermischt wurde. *v. Gräfe Gasquellen; 1842, 415.

Wenn das an Erden reiche Kannstadter Sauerwasser bei 30—37° noch sehr gasreich bleiben soll, so ist dies wohl mit einiger Einschränkung möglich. Wenn es aber bei 40—60° erst eine starke Gasentwicklung zeigen soll, so kommt dies gewiss daher, dass der grösste Theil seiner CO^2 eben nur zweit-atomig ist.

Alle derartige Versuche, die mit Wässern, wie die hier genannten (Pyrmont, Driburg, Schwalbach, Kannstadt), welche alle reich an zweit-atomiger CO^2 sind, angestellt worden, müssten genauer angegeben sein, als sie es sind, um viel Bedeutung zu haben. Man weiss namentlich nicht, wie viel zweit-atomige CO^2, welche

von der Badewärme nur wenig frei gemacht wird, von der Siedhitze, wie sie bei der Bestimmung der sogenannten freien CO^2 angewendet zu werden pflegt, ausgetrieben u. fälschlich als absorbirtes Gas angesehen wurde. Andere Male hat man vielleicht die Gesammtkohlensäure im erwärmten W. durch Fällung bestimmt u. vergessen, dass ein grosser Theil des Gefällten der erst- u. zweit-atomigen CO^2 angehörte.

Die zweit-atomige CO^2 wird im Allgemeinen durch Siedhitze ausgetrieben. Doch scheint es, als ob bei M.Wässern die als 2. Atom vorhandene CO^2 nicht immer vollständig durch Kochen entwiche. In ein paar an kohlens. Natron reichen Qu. zu Ems wurde durch Sieden nicht so viel CO^2 entbunden, als absorbirt u. als zweites Atom vorhanden war (Jung) u. aus den Aachener Thermalwässern konnte Bunsen auch nicht so viel CO^2 durch Siedhitze bei Abschluss der atmosphärischen Luft entbinden, als, der Liebig'schen Analyse zufolge, die Summe der absorbirten u. zweit-atomigen CO^2 betragen haben würde. Ein verschieden grosser Antheil der zweit-atomigen, oft ebenviel, wie die ausgetriebene Gesammtmenge, blieb zurück. Fehlte dieser nun in dem W., das Bunsen auskochte? Oder ist der Zweifel, den Wiggers (1835) ausdrückte über die vollständige Austreibung des zweiten Atoms CO^2 durch Kochen, in etwa begründet?

Wenn, wie angeführt wird, eine Wärme von 75⁰ aus dem W. zu Vichy kleine Blasen, eine von 83⁰ sehr viele Blasen entwickelt u. dann bei 86⁰ die Entwicklung noch stärker wird u. vorher gelöstes Kalkcarbonat niederfällt, so ist die Erscheinung auf das Entweichen der zweit-atomigen CO^2 zurückzuführen.

Was durch Siedhitze vollständig geschieht, das thut eine weniger hohe Temperatur schon theilweise. Natronbicarbonat soll bei der Blutwärme, wenn Luft durch die Lösung desselben geleitet wird, zu einfachem neutralen Salze umgewandelt werden. Deshalb kann man bei Thermen das zweite Atom der CO^2 in den Carbonaten streng genommen schon nicht mehr ganz als halbgebunden betrachten, um so mehr wenn andere Salze dasselbe theilweise frei machen.

§. 58. Entweichen der absorbirten Kohlensäure durch Diffusion. Einfluss des Luftzutritts auf die zweit-atomige Kohlensäure.

Die CO^2 würde selbst beim Erwärmen eines W. nur langsam entweichen, wenn nicht die Diffusion als vermittelndes Moment hinzukäme. Ein W. von 20⁰ kann zwar nur noch die Hälfte der CO^2 halten, welche es bei 0⁰ fasst, aber von da an verliert das W. durch weitere Erwärmung (unter einer Atmosphäre von CO^2) relativ nicht mehr so schnell seine Absorptionsfähigkeit für CO^2. Wenn nun ein W., das an der Luft sich von selbst erwärmt oder erwärmt wird, lange nicht so viel CO^2 mehr behält, als es nach seinem Absorptions-Coëfficienten sollte, so zeigt dies darauf hin, dass noch etwas Anderes beim Entweichen des Gases thätig ist. Dies ist wieder der Austausch des Gases des W. mit den atmosphärischen Gasen. Wenn dieser Austausch durch Ruhe des W. eingeschränkt wird, so hält das W. eine längere

Zeit die CO^2 zurück.*) Schwalbacher Weinbrunnen, in offenen Gefässen bei 30° 4 Stunden gestanden, enthielt noch 82 % seiner Kohlensäure; im geschlossenen Reservoir hatte das geprüfte W. sogar 92 % davon behalten (*Nassauer Heilqu. 1851). Soll hier blos die absorbirte CO^2 gemeint sein, so würde dies 22,2 Z.T. ausmachen, wenn die spätern Analysen von Fresenius zu Grunde gelegt werden. Dem Absorptions-Coëfficienten nach würde ein W. von 13° etwa 21 Z.T. CO^2 unter einfachem Drucke halten können. Das auf 12°5 gehaltene W. von St. Moritz verlor in einer ½ St. in einer offenen Schale 7,9, behielt also nur 17,6.

Es kommt hiebei weniger auf das lange Stehen als auf den Wechsel der über dem W. lagernden Luftschicht an. Man kann ja gemeines W., indem man es in der Nähe einer reichen CO^2-Ausströmung in einer Schüssel hinstellt, zu Sauerwasser machen. Ebenso behält das Sauerwasser, wenn es nicht mit der Luft in Berührung kommt, ungefähr die Menge CO^2, die seiner jedesmaligen Wärme entspricht.

Nach den oben mitgetheilten Versuchen mit kalkreichen Sauerwässern könnte es scheinen, als ob der kohlens. Kalk auch ausser dem 2. Atom CO^2 auch auf die andere CO^2 einen bindenden Einfluss ausübte; wäre dies aber in hohem Grade der Fall, so müsste der Betrag des Gases in den oben erwähnten Gassprudeln (§. 55) gewiss stärker sein.

Beim Erwärmen eines Sauerwassers würde der Austausch der CO^2 mit der Atmosphäre am besten dadurch verhindert werden, dass man den Luftzutritt möglichst beschränkte. Dazu würde das Erwärmen in einem Gefässe mit verengerter u. verlängerter Mündung u., was an manchen Quellorten sehr leicht möglich wäre, das Einleiten eines Kohlensäure-Stromes oberhalb des Wasserspiegels die zweckmässigsten Mittel sein.

Selbst auf die zweit-atomige CO^2 übt die Luft einige freimachende Kraft aus.

Gelöstes Natronbicarbonat, durch welches Luft geleitet wird, wird zu anderthalbfachem; Kalibicarbonat wird in einer Flasche, welche theilweise mit Luft gefüllt ist, alkalisch. So wird auch die Berührung eines W., welches Bicarbonate von Alkalien oder Erden enthält, mit der atmosphärischen Luft einen Theil der zweit-atomigen CO^2 frei machen.

§. 59. Sogenanntes festes Gebundensein der absorbirten Kohlensäure in den Mineralwässern.

In der Mineralwasserpraxis, wo einmal das Mystische noch immer seine Geltung hat, wie Bischof sich ausdrückt, spricht man nicht selten davon, dass in diesem oder jenem W. die freie CO^2 fester als in andern gebunden sei u. dass sie in künstlichen Wässern weniger fixirt sei, als in natürlichen. Die Thatsache, wenn sie als sicher angenommen wird, lässt sich

---

*) Kissinger Rakoczy u. Pandur, die im geheitzten Zimmer 3 Tage (in welchen Gefässen?) offen gestanden, entwickelten (auf welche Veranlassung hin?) noch viel CO^2 (*Wetzler). Brückenauer Sauerwasser, eben lange gestanden, that dasselbe. Diese ältern Versuche müssten durch neue exactere ersetzt werden.

vom jetzigen Standpunkte der Chemie nicht gehörig erklären. Die Möglichkeit liegt zwar vor, dass gewisse Salze den Grad der Absorptionsfähigkeit (§. 43) u. damit auch vielleicht die Bindung der CO^2 vermehren, dass ein grösserer Gehalt von Erdsalzen das Entbinden der CO^2 vielleicht etwas verlangsame (§. 58), dass bei einer vielleicht hundert Jahre unter einem Drucke von vielen Atmosphären bestandenen Vereinigung, wie man sie bei den natürlichen Wässern voraussetzen kann, die Verknüpfung zwischen Gas u. Wasser inniger geworden sei, als bei einer frisch hergestellten. Aber es ist noch weit von Möglichkeiten zu Beweisen. Es sind keine wissenschaftlich angestellte vergleichende Versuche darüber bekannt. Die bisher angestellten scheinen im Gegentheile zu beweisen, dass die Wärme aus allen Wässern ebenso leicht dies Gas austreibt, als aus einer einfachen wässerigen Lösung (§. 57). Wenn aber künstliche M.W., die gewöhnlich mit einem Drucke von mehreren Atmosphären auf die Flaschen kommen, beim Eröffnen u. Ausgiessen gewaltiger sprudeln als natürliche, bei denen kein solches Uebermaass von CO^2 vorhanden ist u. wenn dann durch die starke Bewegung des W. sehr bald auch die CO^2 verloren geht, die bei Ruhe längere Zeit zurückgeblieben wäre, so ist dies eine nicht aus einem losern Gebundensein des Gases zu erklärende Erscheinung.

Ich will aber damit das grössere Fixirtsein der CO^2 bei gewissen Wässern nicht abläugnen. Es gibt ja in der Chemie bekanntlich so viele Beispiele, dass ein u. derselbe Körper sich gegen chemische Einflüsse anders verhält, oder andere physikalische Eigenschaften annimmt, nach der Behandlung, die er vorher erfahren hat.

§. 60. Einfluss der Schwankungen im Luftdrucke auf die Absorption.

Die Verminderung des Luftdruckes führt eine stärkere Entwicklung der CO^2 mit sich. Es ist klar, dass sich schon während des Aufsteigens eines M.W. aus der Tiefe um so mehr Gas entwickeln muss, je niedriger der äussere Luftdruck ist. Enthält z. B. zu einer Zeit ein M.W. 32′ unter dem Quellenspiegel, zweimal so viel CO^2 als es unter einem Luftdrucke, der diesem hydrostatischen Drucke gleich ist, zurückbehalten kann, so wird während des Aufsteigens von da bis zum Quellenspiegel die Hälfte des in Absorption gehaltenen Gases entweichen. Hat sich zu einer andern Zeit der Luftdruck im Verhältniss von 32 : 31 vermindert: so kann das W., 32′ unter dem Quellenspiegel, nicht mehr jene zweifache Menge Gas zurückhalten, sondern es lässt in der Tiefe $^1/_{64}$ davon fahren. Die Gasentwicklung zu dieser Zeit beträgt daher $^1/_{64}$ mehr, und der Gasgehalt im W. $^1/_{64}$ weniger, als zu jener Zeit. (Bischof.)

Man hat häufig Gelegenheit gehabt, diesen Einfluss der Schwankungen im Luftdrucke auf das Ausströmen des Gases bestätigt zu sehen. Ein Kohlensäurestrom im Schachte des Rakoczy zu Kissingen wechselte bei verschiedener Witterung von 110—170 K.F. (*Siebold). Zu Meinberg war in der Regel (156mal von 224 Beobachtungen) die Spannung des Gases grösser, wenn das Barometer tiefer stand, geringer, wenn höher. Stehen Gewitter

bevor, so pflegt das Barometer niedrig zu stehen. Vor u. bei Gewittern bemerkt man, dass die aus Spalten des Gneises perlschnurartig aneinander gereihten Gaskugeln (CO^2) der Landecker Thermen ununterbrochen emporsteigen. Die Thermalwasser-Gruben bei Volaterra geben bei bevorstehendem Regen mehr Blasen aus u. diese machen mehr Geräusch u. springen höher (*Baccius). »Haben Gewitter den Horizont umwölkt« sagt Haus von den Bockleter Qu. »so stossen sie eine so ungewöhnliche Menge kohlensauren Gases und oft mit einer solchen Heftigkeit aus, dass sie 1—2 Schuhe höher steigen und schäumend die Brunnenstöcke überströmen. Ueberhaupt ist der Zudrang der W.Masse grösser u. vehementer bei niedrigem als bei hohem Barometerstande, welche Erscheinung ich noch jederzeit konstant gefunden habe.« Die reichlichere Entwickelung der CO^2 macht sich bei den Gasqu. durch die über dem W.-Spiegel lagernden Gasschichten bemerklich. Zu Marienbad sollen diese zur Morgen- und Abendzeit bei trübem Wetter und bevorstehenden Gewittern überhand nehmen (*Gräfe). Auch zu Bourbonne entwickelt sich die CO^2 bei herannahenden Gewittern viel stürmischer. In der Auvergne ist es nach Bertrand vor Gewittern zuweilen nicht möglich im Bade wegen der stärkern Kohlensäureentwickelung auszuhalten. Es bezieht sich diese Beobachtung auf die Grotte des Cäsarbades zu Montdor, wo an gewissen Tagen, wenn am Himmel elektrische Wolken sind oder wenn es nebelig ist, das Baden sehr gefährlich wird. Mehrere sind dann in weniger als $^1/_4$ Stunde asphyktisch geworden; ein Soldat kam so um. Die Doucher erkennen diese vermehrte Gaszuströmung am Erlöschen der Lichter u. an einem Stechen an den nackten Schenkeln. De Brieude Obs. s. Bourbon; 1788.

»Bei tiefem Barometerstande« sagt Gräfe »bei trübem Wetter und nahen Gewittern beobachtet man in der Regel, dass sich die Gasanhäufungen mehr und mehr erheben, dass aus dem Grunde der Qu. grössere Luftblasen eiliger emporsteigen, dass die W.-Spiegel eine lebhafter brodelnde Bewegung annehmen und dass frisch geschöpftes W. nicht nur auffallender perlt, sondern auch um vieles erquicklicher schmeckt«. (Letzteres vielleicht nur wegen der Gewitterschwüle). »Steigt die Quecksilbersäule beträchtlich, so findet von allem eben Angeführten fast immer das Gegentheil statt, und oft fallen hiebei selbst noch so mächtige Gasschichten bis auf einige Zolle herab.«

Memminger, welcher die Sulzqu. zu Kannstadt seit vielen Jahren täglich vor Augen hatte, fand, dass man immer, wenn die Sulz Flocken aufwarf, auf Regen zählen durfte, selbst wenn das Barometer das schönste Wetter hoffen liess. Nur in heissen Sommertagen warf sie auch Flocken auf, ohne dass Regen darauf erfolgte. *)

---

*) Die bei Kannstadt entspringende Berger Qu. hat nach Kielmeyer und Memminger das Eigene, dass sie bei Wetterveränderung einen auffallend verwandelten und verstärkten Geruch annimmt, und eine andere dortige Qu. soll nach einstimmigem Zeugniss der Anwohner vor einem anhaltenden Regen roth erscheinen und den Neckar in beträchtlichem Umfange färben (wohl durch herausgeschwemmten Eisenocker).

Entwickelt sich eine Zeit lang mehr CO^2 als sonst aus dem W., so wird dieses ärmer an CO^2. *Westrumb fand in einem Sauerwasser wenige Stunden vor einem äusserst heftigen Gewitter 2 Vol. CO^2, 4 Stunden nachher kaum 1,8 Vol.. Bei allen Angaben über CO^2-Gehalt muss darum die beim Entnehmen des W. herrschende Witterung notirt sein.

Kölreuter bediente sich zur Bestimmung der freien CO^2 des Rippoldsauer W. eines eignen Gasmessers. (*Beschr. der M.Qn. in Baden, 2. u. 3. Jahrg.). Er fand »die grösste Menge sogenannter freier CO^2 auch am innigsten mit dem W. verbunden, bei heiterer, windstiller Witterung, und zwar in den frühen Morgenstunden, zumal dann, wann alsbald nach der erstmaligen Wegnahme des Deckels dasselbe unter dem W.-Spiegel in dem W.-Sack des Instruments aufgefasst und geprüft wurde, wie dies aus sehr begreiflichen Gründen auch wohl nicht anders sein konnte. In diesem Falle war die Menge der freien CO^2 um $^1/_7$ grösser als nach dem Verlauf einiger Stunden, wo schon oft aus dem gefassten Quellenraume M.W. geschöpft worden war; 2) zeigte das Instrument bei trüber und regnichter Witterung im Durchschnitt $^1/_{10}$ weniger freie CO^2 als bei heiterer an; 3) war unter übrigens meist gleichen Verhältnissen die Menge freier CO^2 in den Nachmittags- und Abendstunden um $^1/_{20}$—$^1/_{12}$ geringer als in den Morgenstunden (*Rehmann, Rippoldsau; 1830).

Alle diese Beobachtungen, welchen sich noch viele ähnliche anreihen liessen, bekunden die Einwirkung eines höhern oder geringern Luftdruckes auf die Entwickelung der Kohlensäure aus den Quellen u. deren Beibehaltung im Wasser. *)

§. 61. Von geologischen Veränderungen abhängiger Wechsel in der Masse der spontanen Kohlensäure.

Wenn auch an Vulkanen die Intensität der Gasquellen in innigem Zusammenhange mit den unterirdischen Vorgängen steht, so ist doch selten ein besonderer Einfluss geologischer Veränderungen auf die Gasentwicklung früher vorhandener Sauerquellen genau beobachtet worden. Auffallend ist darum eine Correspondenz von Elster aus (Balneol. Ztg. XI), wonach auf eine Erderschütterung (9. Febr.? 1862) sämmtliche dortigen Qu., besonders die Königsqu. u. Marienqu., eine auffallend vermehrte Entwickelung von CO^2 zeigten, was wenigstens länger als 1 Woche in ungeschwächter Stärke anhielt. Bei der Königsqu. soll die Gasaufsteigung so bedeutend geworden sein, dass die Gasblasen den Spiegel des W. mindestens $^1/_2$ Fuss über seine gewohnte Höhe emportrieben. Man wollte auch daselbst, namentlich in der Nähe von Basalterhöhungen, starke Gasexplosionen schon Tags vor dem Eintreten der Erschütterung beobachtet haben.

*) Was für die CO^2 gilt, ist auch mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der Absorptionsverhältnisse für andere Gase gültig. So lassen sich wohl einstweilen die Entwicklungen von atm. Luft, welche bei den artesischen Brunnen in der kieseligen Kalkstein-Formation östlich und südöstlich von Paris oft mit grossem Geräusche stattfinden, erklären. Bei heiterm hellem Himmel wallen die Naphthaqu. der Insel Wetoy nicht viel mehr als 3 Fuss hoch auf; bei düsterm und stürmischem Wetter gerathen sie in's heftigste Sieden; oft entzündet sich dann (durch beigemengten Phosphorwasserstoff?) die Naphtha von selbst.

§. 62. Wechselnde Menge der absorbirten Kohlensäure.

Nachdem wir alle Verhältnisse, welche auf die Absorptionsgrösse der CO^2 von Einfluss sind, besprochen, wollen wir noch den Wechsel im Gehalte der absorbirten CO^2 erörtern. Wenn auch die Mischung der Gase nur in verhältnissmässig wenigen Quellen eine bedeutende Veränderung erfahren mag, so scheint doch, dass die Masse der zutretenden CO^2 u. daher die vom W. absorbirte Menge veränderlich ist.

Bei einigen Sauerwässern ist der CO^2-Gehalt zu verschiedenen Zeiten so abweichend gefunden worden, dass man an bedeutende Variationen zu glauben vollen Grund hat. So hat Fehling im Wilhelmbrunnen von Kannstatt 0,66—0,9 Vol. des W. CO^2 angetroffen; im Sprudel von Berg wurden Variationen von 0,83—1,01 Vol. des W. bemerkt. Im Rehburger W. hat Westrumb Variationen von 0,68—0,78 Vol. des W. beobachtet. Im W. von Selters hat Bischof 20,3—23,6 Z.T. Gewicht CO^2 gefunden. Ob jene grössern Wechsel durch Zutritt gemeinen Wassers zum Sauerwasser bewirkt werden? Kleinere Verschiedenheiten können von atmosphärischen Veränderungen abhängen.

§. 63. Ursprung kleiner Mengen Kohlensäure aus einer Verbindung des Sauerstoffs des Wassers mit Kohlenstoff. Aufnahme kleiner Mengen Kohlensäure aus den obern Erdschichten.

Zur Bildung von CO^2 gehören auf 6 Gewicht Kohlenstoff, 16 G. Sauerstoff. Kohlenstoff ist in fast allen organischen Substanzen; die Quellwässer enthalten aber fast immer die eine oder andere organische Substanz. Die chemische Zusammensetzung dieser organischen Stoffe ist meistens unbekannt. Man darf wohl annehmen, dass $^1/_3$—$^1/_2$ ihres Gewichtes Kohlenstoff ist. Wenn also ein W. $^1/_{10000}$ seines Gewichts organischer Substanz enthalten hätte, so würde dies für eine noch grössere Menge CO^2 ausreichen. Manche Quellwässer, selbst auch Thermalwässer enthalten aber weniger als $^1/_{10000}$ oder doch nur einige Zehntausendtel Gewicht CO^2. Es fragt sich nun, in wie weit der ursprünglich dem Meteorwasser inwohnende Sauerstoff zur Bildung von CO^2 ausreiche.

Nehmen wir an, dass das Meteorwasser 160 Z.T. Vol. O enthielt, wovon in den Trinkwässern sich höchstens noch 75 Z.T., in den Mineralwässern aber häufig fast gar Nichts mehr wiederfindet, so können wir daraus die Menge der CO^2 berechnen, welche sich von dem ursprünglichen O des W. bilden konnte. 160 Z.T. O dem Volumen nach sind nur 0,228 dem Gewichte nach, woraus nur 0,836 CO^2 sich bilden können. Dazu kommt aber noch bis zu 0,179 CO^2, die bereits im Meteorwasser sein kann, so dass schon über $^1/_{10000}$ Gewicht CO^2 in einem Brunnenwasser seine Erklärung fände. Wenige Brunnen- u. Quellwässer enthalten aber mehr; Flusswasser gewöhnlich nicht über 0,5 (§. 45).

Die CO^2 der Trinkwässer und aller W., welche mit der Erdkruste in Berührung treten, rührt gewiss theilweise aus den porösen obern

Erdschichten her. Diese haben es wieder zum Theil aus der Atmosphäre angezogen, zum Theil auch hat es sich in ihnen durch eine Art Fäulniss angesammelt. Man weiss, dass gewöhnliche Brunnen bei starkem Regen fade und erst nach ein paar Tagen wieder schmackhaft werden (Graham's Chemie). Dies lässt sich dadurch erklären, dass zuerst die CO^2 der porösen Erdschichten, wenn solche bei der Trockenheit überhaupt noch vorhanden ist, durch eine übermässige grosse Menge W. gelöst wird und dann die Feuchtigkeit eine neue Bildung derselben begünstigt, so dass sie vom nachsickernden W. wieder gelöst werden kann. Schon in der Dammerde bildet sich gewiss viel CO^2, ohne Zweifel auch einige in den tiefern Erdschichten, wo überall organische Ueberreste der Zersetzung unterliegen. In Brunnen und M.Wässern kann sie aus tiefern Schichten stammen. In der Braunkohlenformation namentlich ist ein solcher fortdauernder Zersetzungsprozess denkbar. Die Entwickelung dieses Gases in Bergwerken zeigt einen ähnlichen Vorgang an. Geschieht eine solche Zersetzung organischer Stoffe bei Ausschluss der atmosphärischen Luft, so wird zugleich Kohlenwasserstoff gebildet, der aber seines leichtern spez. Gewichtes wegen eher als CO^2 aus den Brunnen entweicht. (Vgl. Brief Humboldt's üb. d. Eigensch. einiger Erden die atm. Luft zu zersetzen, Journ. de Phys. par Delamétherie IV, und Gilbert's Ann. üb. d. Zersetz. des O durch die einfachen Erden).

§. 64. Bildung gasiger Kohlensäure durch Zersetzung von kohlensauren Verbindungen.

In den vorhergehenden §§. wurde die Bildung der CO^2 im W. und in den vom W. berührten Erdschichten und die Aufnahme fertig vorgefundener CO^2 besprochen; es bleibt noch die Abscheidung gasiger CO^2 aus den kohlensauren Verbindungen zu erörtern.

Viele Zersetzungen sind in der Natur möglich, wobei CO^2 entbunden wird; welche die gewöhnlichste ist, bleibt noch zu ermitteln.

Es kann nämlich Kohlens. frei werden durch Zersetzung einfach kohlensaurer Salze.

a) Durch freie Säuren (Salz-, Schwefelsäure). Wässer mit freien Säuren sind in der Nähe der Vulkane nicht selten. Treffen sie auf oder in der Erde mit kohlens. Erden zusammen, so entwickelt sich CO^2. Als freie Säure kann auch die Kieselsäure wirken. Kohlensaure Salze sind in den Gesteinen häufig vorhanden, so dass man die CO^2 mancher Halbsäuerlinge einem solchen Vorgange zuschreiben dürfte. In den Wässern, in denen die CO^2 einen ähnlichen Ursprung hat, müsste sich ein schwefelsaures oder salzsaures oder kieselsaures Salz vorfinden. Häufig aber enthalten die M.W., welche einen grossen Antheil CO^2 haben, nur geringe oder wenigstens unzureichende Mengen jener Salze, zum Zeichen, dass auch ihr Gehalt an CO^2 nicht auf jene Weise entstanden ist.

b) Durch Hitze und Wasser.

Priestley entband Kohlens. aus kohlens. Baryt, wenn er diesen in glühendem Zustande Wasserdämpfen aussetzte; Wood

aus erhitztem kohlensaurem Kalk, wenn er geringe Quantitäten W. hinzugoss; aus $1^1/_2$ Pf. kohlensauren Kalk erhielt er fast 4 Kub.F. . Auch aus kohlensaurer Magnesia entbindet siedendes W. etwas CO^2. Wird Ocker der Ferdinandsqu. oder des Kreuzbrunnens von Marienbad mit siedendem W. übergossen, so bläht er sich augenblicklich auf u. es entweichen viele Gasblasen von CO^2, die vielleicht aus dem kohlensauren Eisenoxydul frei wird.

Kieselsäure begünstigt diese Zersetzung.

Kohlens. Kalk in anfangender Glühhitze entbindet bei Zutritt heisser W.-Dämpfe, besonders bei Zusatz von Kieselsäure, CO^2. »Wenn man Klingstein, Basalt, Granit mit einem verhältnissmässigem Antheile von kohlens. Kalke u. W. kocht, so entsteht eine Verbindung des reinen Kalks mit Kiesel- u. Thonerde u. die CO^2 des kohlens. Kalks wird frei« wie Struve (1825) fand. (Nach ihm wird auch ohne Mithülfe der Wärme aus einem Gemenge von kohlens. Kalke u. Thonsilicaten nach u. nach CO^2 frei.) Am leichtesten wird die kohlens. Magnesia zersetzt, aber auch kohlensaures Eisenoxydul (Spatheisenstein) und kohlensaurer Kalk unterliegen der vereinten Gewalt der Siedhitze und der Kieselsäure. Sowohl die unlösliche Kieselsäure, z. B. fein gepulverter Quarz, als die lösliche Modification derselben, vorzüglich aber die lösliche, bewirken diese Zersetzung, welche freilich immer nur eine allmälige ist. Wo Kalkstein, Dolomit und Spatheisenstein mit Quarz und siedendem W. in Berührung treten, sind die Bedingungen zur Bildung von Kohlensäure-Strömungen gegeben. Die Suffioni am Monte-Cerboli in Toscana, wo siedendheisse Dämpfe aus Spalten im Kalksteine ausströmen, so wie eine Menge ähnlicher Exhalationen in den auf vulkanischen Werkstätten gelagerten Gegenden Italiens deuten auf einen Heerd dieser Gasbildung, der innerhalb der Region der Siedhitze liegen muss. Die kalten Kohlensäureaushauchungen der Erde in den Umgebungen des Laacher See's, der vulkanischen Eifel und an verschiedenen andern Orten lassen sich in derselben Weise erklären. Sie kommen dort aus einem Thonschiefergebirge, dessen Mächtigkeit man gewiss zu einer Meile ohne Fehler berechnen darf. Zur Erzeugung von Siedhitze ist aber nur eine Tiefe von etwa 9000 Fuss nöthig, also etwa nur $^1/_3$ Meile. Trifft das siedende W. hier Kalkstein und Quarz, so wird es CO^2 entbinden. (Bischof, in Verh. der niederrh. Gesellsch. zu Bonn, 1849 Febr.; Vgl. Rose, in Monatsb. der Akad. zu Berlin, 1851.)

Selbst Oxyde haben eine ähnliche Wirkung. Thonerde entbindet CO^2 aus Natroncarbonat beim Schmelzen. Wird Eisenoxyd dazu genommen, so gehört schon eine stärkere Hitze dazu.

Auch Salze entbinden aus neutralen Carbonaten Kohlens. mit oder ohne Beihülfe der Wärme u. des Wassers.

Neutrales schwefels. Eisenoxyd kann durch Austausch seiner Säure an ein kohlens. Salz CO^2 frei machen. Thonerdesalze, z. B. Alaun, entbinden ebenfalls bei ihrem Zusammentreffen mit kohlens. Natron CO^2, indem Thonerdehydrat niederfällt. Zinksulfat entbindet aus kohlens. Kalk etwas CO^2 (Frickhinger). Nach Becquerel macht eine gesättigte Lösung von schwefels. oder salpeters. Kupfer in Contakt mit Kreide (Grobkalk, Mergel) CO^2 frei, wobei schwefels. oder salpeters. Kalk in Lösung kommt u. Kupfer-Subsulfat oder Subnitrat sich absetzt. Kohlens. Baryt mit Kalisulfat in Berührung entbindet schon in gewöhnlicher Temperatur etwas CO^2; basisch kohlens. Kali bleibt gelöst. Dieses Freiwerden der CO^2 wird aber durch die wachsende Alkalescenz der Flüssigkeit beschränkt.

Die Bicarbonate geben unter ähnlichen Verhältnissen noch leichter Kohlensäure ab.

Becquerel machte die Beobachtung, dass Gyps in Berührung mit Alkali-Bicarbonat CO^2 frei macht, wobei der Gyps sich mit Krystallen von kohlens. Kalk u. die Wände des Glases sich mit Gypskrystallen bedecken. Kochsalz u. andere neutrale Salze haben schon bei gewöhnlicher Temperatur die Kraft eine ansehnliche Menge CO^2 aus den Bicarbonaten, wenigstens aus dem Kali-Bicarbonat (nach Mulder's Chem. II, 1191) zu entbinden, wenn die Lösung auch alkalisch reagirt. Jacquelain hat darauf aufmerksam gemacht, dass Bicarbonate nicht blos bei 100°, sondern selbst bei 25° unter W. CO^2 abgeben.

Das Vorkommen von Bicarbonaten, wenigstens von Sesquicarbonaten, wie sie sich jetzt noch als Rückstände oberflächlicher W.-Ansammlungen bilden, könnte man für das Innere der Erde bezweifeln. Dann blieben nur die einfachen Carbonate übrig, um das Freiwerden von CO^2 zu erklären. Diese sind aber in genügender Menge vorhanden. Der kohlensaure Kalk, welcher nach der Kieselsäure wohl den grössten Theil der Erdballrinde ausmacht, ist eine unerschöpfliche Quelle dazu. Statt aller weitern Auseinandersetzung genügen ungefähre Schätzungen, welche Bischof u. Brandis angestellt haben. Nach Jenem reicht das Kalkcarbonat eines 2500′ hohen Basaltkegels hin, eine der reichsten Gasexhalationen im Brohlthale auf 837 086 Jahre zu versehen. Eine Masse Kalkstein, 100 M. lang u. breit, 30 M. hoch, könnte 500 Jahre lang täglich 1000 K.M. CO^2 spenden.

§. 65. Eintritt der gasigen Kohlensäure in das Wasser.

Das auf irgend eine Weise (§. 64) in den Erdschichten und Gesteinen freigewordene oder seit Urzeiten frei gewesene kohlens. Gas wird sich dem W., womit es in gehörige Berührung tritt, in so weit mittheilen können,

als es der Absorptions-Coëfficient, welcher der Temperatur des W. entspricht, und der herrschende W.-Druck zulässt. Wir sahen, dass der W.-Druck gewöhnlich mehr als hinreichend ist, nicht bloss die Absorption derjenigen CO^2 zu gestatten, welche noch an der Erdoberfläche mit dem W. verbunden angetroffen wird, sondern auch noch der neben dem Sauerwasser hervordringenden. Zur Absorption der gewöhnlichen kleinen Mengen in den gemeinen W. u. den meisten Thermalwässern, genügt aber schon der einfache Atmosphärendruck. Die Temperatur des W. ist bei diesem überflüssigen Drucke kein weiteres Hinderniss, dass jene Mengen CO^2, wie wir sie in warmen Sauerwässern oder in schwach mit diesem Gas versehenen Thermen finden, vom W. an tiefen Stellen der Erdrinde angenommen werden können. Es bleibt also nur noch die Art u. Weise zu erörtern, wie das W. in der Erde mit dem Gase in Berührung tritt. Wir wissen, dass Gasströme an Vulkanen u. an manchen Orten, wo Sauerwässer vorkommen, hervordringen; von den wenigsten lässt sich beweisen, dass sie nicht secundärer Art sind, d. h., dass sie nicht selbst aus einem Sauerwasser hervorgehen; von einzelnen aber, z. B. von den CO^2-Exhalationen der Laven wissen wir dies. Die Vermuthung, dass also auch in grössern Erdtiefen selbstständige, nicht erst aus Sauerwässern sich entwickelnde Gasströme bestehen werden, hat also nichts Gewagtes. Man kann nun auch voraussetzen, dass das W. an solchen Orten in der Erde mit dem Gase in Berührung tritt u. dann dasselbe aufnimmt. Hier besteht aber eine viel zu wenig oder nie hervorgehobene Schwierigkeit. Das Gas müsste nämlich entweder oberhalb oder unterhalb des Wasserspiegels sich dem W. mittheilen. Soll dieses oberhalb des Wasserspiegels geschehen, so müssen wir uns gleichsam einen unterirdischen See denken, worüber ein Luftraum (gewissermaassen ein Windkessel) mit Gas steht, der vom W. nach unten zu abgeschlossen wird. Dabei müsste das Gas in der Menge, als es vom W. absorbirt wird, immer wieder zuströmen u. dies mit einer solchen Gewalt, dass es die ganze bis zum Quellausgange reichende Wassersäule tragen und hervordrängen könnte. Aber, wie wir sahen (§. 51), haben die uns bekannten Gasströme im Allgemeinen nur eine mässige Spannung; es hat also immerhin etwas Gewagtes, für das Innere der Erde Gasströme mit so grosser Spannung anzunehmen. Derselbe Grund lässt aber auch den Eintritt der Luftblasen unterhalb des Wasserspiegels oder überhaupt von Nebengängen aus, die mit den Hauptgängen des W. in Verbindung stehen, als unthunlich erscheinen. Dieser Eintritt müsste ganz nahe vom Eingange des W. in die Erde oder ganz nahe vom Ausgange geschehen, wo der Wasserdruck vom Gasdrucke noch überwunden werden könnte. Wenn ja der Wasserdruck stärker wäre, wie es in grössern Tiefen fast nothwendiger Weise der Fall ist, würde ja das W. in jene Nebengänge eindringen u. dort versinken, ohne wieder an Tag zu kommen. In seltenen Fällen möchte der Fall vorkommen, dass das W. vor dem Eingehen in die Erde durch einen mit CO^2 gefüllten Raum in zertheiltem Zustande hindurchstürzend, sich mit Gas schwängernd, u. dann als einfach absteigende Quelle oder zuerst absteigend u. dann wieder aufsteigend als Sauerwasser hervorträte.

Als Regel möchte es daher wohl gelten, dass das Meteorwasser, aus denen die Sauerwässer entstehen sollen, nicht die Kohlensäure als Gasströme,

sondern von festen Körpern absorbirt oder abgeschieden, gewissermaassen in statu nascenti vorfindet, oder dass grade die Gegenwart von W. diese Abscheidung veranlasst. —

Ueber die zur künstlichen Erzeugung von Sauerwässern gebrauchten Apparate wird später Rede sein.

§. 66. Von festen Stoffen absorbirte Kohlensäure. Flüssige Kohlensäure im Erdinnern.

In der Erde findet sich nicht blos Kohlens., die dort gebildet ist, sondern auch aus der Luft (etwa der Vorwelt, oder aus Sauerwasser damaliger Zeit) aufgenommene, absorbirte. Wahrscheinlich ist der Ursprung der Kohlens. einiger wenig damit beladenen Wässer kein anderer.

Wenn selbst gestossenes Glas bedeutende Mengen CO^2 absorbirt (Jamin), wenn Kohle das 10Fache, Buchsbaumkohle sogar das 15Fache ihres Volumens CO^2 aufzunehmen fähig ist, wenn Quarz u. Gyps (nach Thénards Chem. I, 290) fast die Hälfte $N. O$ oder CO^2 verschlucken, so mag ebenfalls die Dammerde u. gewiss auch manche tiefere Lage CO^2 in sich bergen.

Ehe die grossen Massen von Kohle, die wir in den Kohlenformationen aufgespeichert finden, aus der CO^2 der atmosphärischen Luft in die Pflanzen, woraus die Kohle entstand, aufgenommen wurden, musste die Atmosphäre viel reicher an jenem Gase sein, die damals auf der Erde befindlichen W. waren in einem viel höhern Grade damit imprägnirt, als es jetzt gewöhnlich der Fall ist, u. die Luft musste an poröse Körper (Sedimente etc.) viel CO^2 abtreten. Wenn man nun auch nicht annehmen will, dass manches jetzt fliessende M.W. ein von den Zeiten der Urwelt her mineralisirtes und mit CO^2 versehenes W. sei, das erst nach u. nach zum Ausfluss gelange, so darf man doch eher vermuthen, dass das Meteorwasser der Jetztzeit noch in porösen Schichten condensirte CO^2 vorfinde.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob es flüssige Kohlensäure im Innern der Erde gebe, woraus die Säuerlinge ihr Gas hernehmen möchten.

Bekanntlich wird die CO^2 durch einen Druck von 36 Atm. bei 0° flüssig. Nimmt man mit Thilorier an, dass die Spannkraft der CO^2 zwischen 0°—30° für jede $^5/_4$° um $1^1/_2$ Atmosphäre wachse, und unterstellt man, dass auch bei grösserer Wärme die Spannkraft sich gleichmässig vermehre, so würde sie bei $38^3/_4$° unter einem hydrostatischen Drucke von 800 M. flüssig sein. Eher würde dies in höheren Breiten und unter hohen Bergen der Fall sein, weil dort die Temp. verhältnissmässig langsamer zur Tiefe hin steigt. Nach dieser Berechnung könnten aber nur Sauerwässer in unsern Breiten mit wenigstens 39° Wärme aus flüssiger CO^2 entstanden sein. Die Vergasung dieser CO^2 weiter nach oben zu würde freilich das W. sehr abkühlen.

Immerhin würden dabei Voraussetzungen zu machen sein, welche eine solche Condensation der CO^2 begleiten müssten, die in der Wirklichkeit nicht stattfinden. Vgl. Bischof's Geol. I, 334.

§. 67. Kohlenwasserstoffe, C^2H^4 u. C^4H^4.

Unter der grossen Zahl der Verbindungen des Kohlenstoffs u. Wasserstoffs sind es vorzüglich zwei, welche die Chemie der M.W. zu beachten hat; beide sind entzündlich u. gasförmig.

Namen:

Sumpfluft, Grubengas, Gaz des marais, Leichter Kohlenwasserstoff, Hydrogène protocarboné, Protocarbure d'hydrogène, Kohlenwasserstoff-Carburet. *)	Oelbildendes Gas, Elayl, Gaz oléfiant, Carbyl, Aethylen, Aetherin, Schwerer Kohlenwasserstoff, Doppeltkohlenwasserstoff, Wasserstoff-Carburet, Hydrogène deutocarboné. *)

Gewichts-Mischung:

3 Th. Kohlenstoff auf 1 Th. Wasserstoff.	6 Th. Kohlenstoff auf 1 Th. Wasserstoff.

Bezeichnung:

C^2H^4.	C^4H^4.

Spezif. Gewicht (Luft = 1):

0,559 (Regnault), 0,556 (Henry), 0,5542 (Fresenius), etwa $^1/_{1400}$ vom Wasser. 10000 C.Cent. wiegen 7,17 Gramm, nur halb so viel als O.	0,9698 (Fresenius), etwa $^1/_{800}$ vom Wasser. 10000 C.C. wiegen 12,546 Gramm.

Entstehung:

Vorzüglich durch Fäulniss organischer Substanzen, auch durch trockene Destillation v. Steinkohlen, Harz etc. **)	Durch trockene Destillation organischer Verbindungen, die reich an Wasserstoff sind.

Verbrennung:

Flamme weisslich oder bläulich. Verbrennt zu CO^2 u. Wasser. $C^2H^4 + O^8 = 2\ CO^2 + 4\ HO$.	Leuchtkraft stark. $C^4H^4 + O^8 = 2\ CO^2 + 4\ HO + C^2$. Setzt also Kohle ab.

---

*) Im Folgenden bediene ich mich der Kürze halber für beide Kohlenwasserstoffe des Ausdruckes Brenngas, wobei aber nicht zu übersehen ist, dass es auch andere entzündliche Gase gibt.

Bei der Besprechung der Kohlenwasserstoffe wird, wie bei der von Stickstoff u. Sauerstoff die Volumen-Angabe vorläufig beibehalten, weil die Volumina grössere, greifbarere Zahlen geben als die Bruchzahlen der Gewichte; dabei wurde jedoch die Reduktion auf Gewichtszahlen nicht unterlassen. Leider ist bei den Volumen-Angaben meistens nicht zu ersehen, ob sie sich auf 0° oder auf die Quelltemperatur beziehen.

**) Es heisst darum Sumpfgas, weil es sich in Sümpfen zu bilden pflegt, wo es besonders oft mit N auftritt. Bunsen fand z. B. im Gase eines Teiches 47—77 % Grubengas, 49—18 N.

Löslichkeit im Wasser:

Gering: 545—350 Z.T. Vol. (oder 0,39 —0,25 Z.T. Gewicht) vom W.. Es ergab nämlich ein aus einem Schlammvulkane am Bulganack in der Krimm ausströmendes Grubengas, das weder *N*, noch *O*, noch Elayl enthielt u. von einer Spur CO^2 befreit war, als Absorptions-Coëfficienten bei 0° 0,0545, bei 10° 0,0437, bei 20° 0,035 (Bunsen).	Nach Bunsen bei 0° 2563 Z.T. Vol. (3,2 Z.T. Gewicht) vom W., bei 10° 1837 Z.T. (2,3 Z.T. Gewicht), bei 20° 1488 Z.T. Vol. (1,87 Z.T. Gewicht).

Geruch:

Keiner.	Unangenehmer.

§. 68. Vorkommen der Kohlenwasserstoffe.

Die Atmosphäre ist nicht ganz frei von einem Kohlenwasserstoff; Spuren davon konnte Boussingault nachweisen (Pelouze et Fremy Cours de Chim. 1854, I, 257). Schon Saussure hatte in der Luft eine kohlenstoffhaltige Substanz nachgewiesen, die keine CO^2 war (Annal. de chim. 1816); auch wollte Witting Kohlenwasserstoff in Regen, Thau, Hagel (nicht im Schnee) gefunden haben (Brandes Arch. XI, 71—74).

An sehr vielen Orten kommt brennbares Gas, welches aus einer der beiden eben bezeichneten Kohlenwasserstoffe oder aus beiden besteht, aus der Erde. Häufig durchströmt es Wasseransammlungen u. es begleitet viele Quellen.

Auf dem vulkanischen Boden Italiens treffen wir an verschiedenen Orten Brenngas-Ausströmungen. Der Lago di Palici, der sich in einem Krater eines vormaligen Vulkanes auf Sicilien befindet, hat ausser den Naphthaquellen auf seinem Boden Löcher, die entzündliches Gas ausströmen. Dasselbe (naphthahaltige?) Gas ist angeblich auch an den Felsspalten, aus denen das W. hervorquillt u. »an den Ritzen der Bäderwände« zu riechen. Ganz übereinstimmend sind die Gas-Emanationen der Acqua Buja, die von Barigazzo, Lusignano (Parma), Marie les Bains (Toskana), Orto del Inferno, Pietra mala, Querzola (Modena), Serra de Grilli, Velleja (Parma), Vetta u. andere, wo das Hydrocarbyl theils in Verbindung mit CO^2 oder *SH* austritt. Fast alle W., welche in diesen Gegenden von entzündbaren Gasen begleitet sind, treten aus einer eigenen Art von dichtem Sandstein, den man Macigno nennt.

Pietra mala ist ein Dorf zwischen Bologna u. Florenz. Hier sind in der Nähe vom Fo, einem der höchsten Kalkberge der Apenninenkette, verschiedene Brenngas-Ausströmungen. 1. Das Legno-Feuer, die nächste u. stärkste Strömung. Auf einer Fläche von etwa 12′ Durchmesser (20′ nach Gräfe) steigen mehrere Flammen auf, deren eine ohne Rauch brennt. Das Feuer ist etwa 3′ breit, 5′ hoch, zugespitzt, sehr beweglich, Nachts sehr hellgelb, fast weiss scheinend. Viele kleinere Flammen sind nur einige Zoll bis zu 1′ hoch.

Die kleinsten sind lasurblau, höchstens an den Spitzen weiss. Die kleinen Feuer sind leicht auszulöschen, die grossen nur mit einer bedeutenden Menge Wasser. Die Hitze der Flamme brennt den Kalkstein roth, verglast ihn aber nicht u. überzieht ihn mit einem feinen Russ. Ist das Feuer, etwa durch starke Windstösse ausgelöscht, so macht sich das Gas dem Geschmack- u. Geruchsorgane nicht im Mindesten bemerklich.

2. Etwa ½ Ml. von Pietra liegt ein Ort l'Acqua Buja genannt. Dort sammelt sich gewöhnlich ein kleines W., etwa 7′ breit, aus dem das Brenngas murmelnd aufsteigt, wobei das W. zu kochen scheint oder mit Flammen überzogen ist. Das Wasser ist klar, kalt, schmeckt etwas unangenehm. Zu le Calvane, Canida (identisch mit le Calvane?) u. Peglio sind ähnliche Feuer. In der Nähe sind Steinkohlenlager. Nirgends scheint das Gas besonders warm hervorzudringen. Zuweilen ist es mit etwas W.-Dunst vermengt. Vgl. die anziehende Schilderung, welche *Gräfe (Gasqu. Italiens 114—124) von diesen Gasströmen gibt, auch *Breislak's Geologie.

Bassi hat (gegen 1750) über das spontane Gas der Thermen von Porretta (Delegat. Bologna) einige Mittheilungen gemacht. Er experimentirte besonders an denjenigen Qu., welche aus dem Felsen Sasso-Cardo entspringen. Dieser Felsen ist sehr steil, seine Schichten sind fast perpendikulär gegen den Horizont gerichtet, u. oft transversal in unregelmässiger Weise gespalten. Auf der Höhe des Felsen findet man hier u. da Luftquellen mit entzündlichem Gase; eine derselben kommt aus einer fingerdicken Oeffnung. Entzündet man an derselben das Gas, so brennt es beständig fort; es entsteht bei diesem Anzünden sogleich eine unterirdische Explosion. Auch an der Basis des Felsens sind mehrere Gasquellen. Nimmt man die sie deckenden Steine hinweg, so bemerkt man einen etwas bituminösen u. empyreumatischen Geruch. Die Temperatur in diesen Spalten ist 35—38°3 C., also fast so hoch, wie die Wärme der am Fusse dieses Felsen entspringenden, bis 38° warmen Quellen. Nähert man der Mündung dieser Qu. eine Flamme, so entzündet sich das Gas alsbald. In den Bädern Marte u. Reale kommt es brodelnd vom Boden intervallenweise heraus u. bildet grosse Blasen, wenn aber kein W. darin ist, geht es ohne Geräusch heraus. An der Röhre der Lionquelle drängen sich die gasigen Dämpfe gleichzeitig mit dem W. geräuschlos hervor. Anders verhält es sich im Bade del Bue. Wenn dieses leer ist, macht das Gas einen Ton, wie den einer siedenden dicken Flüssigkeit u. wenn es gefüllt ist, bilden die Dämpfe grosse Schaumblasen.

An der Lionquelle ist die 2—4 Fingerbreit hohe Flamme oben roth, unten schön blau u. brennt beständig. Hier u. da bemerkt man in derselben sehr lebhafte Funken u. darauf ein Leuchten, wie von einer brennenden Kohle; diese Erscheinungen sind nicht an den sogleich erlöschenden Flammen von Marte u. Reale zu bemerken. Im Bade Bue, wo die Dämpfe gewaltsam u. häufig hervorkommen, erreicht die Flamme 2 Fuss Höhe u. mehr, u. brennt mit einem gewissen Summen. Hält man über das Flämmchen der Lionquelle ein passendes Glas, so condensirt sich darin eine fast geschmacklose, leicht empyreumatisch riechende, weder von Säuren noch von Alkalien afficirbare (weder saure noch alkalische? L.) Flüssigkeit. Keine dieser Qu. riecht nach Schwefel, doch wird blankes Silber von den Gasblasen, nicht

vom W., allmälig matt. Mehrere andere nicht von Bassi untersuchte Qu. zu Porretta sind deutlich geschwefelt. *Maunoir Le Porrette et Monte-Cat.; Flor. 1848.

Das zu Porretta aus zahlreichen Spalten ausströmende Gas wird dort zur Beleuchtung des Bades benutzt. Es war ein Seiler, Namens Spiga, der diese Beleuchtungsweise einführte; ihm zu Ehren sind folgende Verse im Badehause angebracht:

Natura ut dederit morbos dispellere lymphis
Pellere jam tenebras ars tua Spiga parat.

Seit 1834 ist die von Spiga angezündete Flamme nie ausgegangen. Die Flamme ist etwas livid. Schon im Jahre 1847 war auch ein Theil der Stadt mit dem Thermalgase erleuchtet.

Bei den Ruinen von Velleja ist es eine kalte Qu., aus der sich beständig Brenngas mit Geräusch in Blasen entwickelt.

„In agro Puteolano ad Bullam vocatam non solum aqua fervens ac calidissima semper est, sed orificia adsunt ignis satis ampla, ex quibus maximo ac pene formidabili strepitu ac impetu flamma sursum fertur; cuius fumus aeternum nubem in aëris media regione constituit.“ *Marantae Ep. de aq. Neap. met. mat. 1559.

Plinius (H. N. II, c. 106) wusste von mehreren Ausströmungen entzündlicher Luft. „Flagrat in Medis et Cestia gente confinio Persidis: Susis quidem ad turrim albam e XV caminis, maximo eorum et interdiu. Campus Babyloniae flagrat, quadam veluti piscina iugeri magnitudine. Item Aethiopum iuxta Hesperium montem, stellarum modo campi noctu nitent. Similiter in Megalopolitanorum agro, tametsi internus sit ille iucundus, frondemque densi supra se nemoris non adurens, et iuxta gelidum fontem semper ardens. Nymphaei crater dira Apolloniatis suis portendit, ut Theopompus tradidit. Augetur imbribus egeritque bitumen, temperandum fonte illo ingustabili, alias omni bitumine dilutius.“

Auch die Flammenausbrüche in Lykia (Rhodus gegenüber) wurden von den Alten erwähnt (Ilias VI, 81, Seneca ep. 79, Plin. H. N. V, 27: Mons Chimera, noctibus flagrans. Hephaestium civitas et ipsa saepe flagrantibus arvis). Beaufort sah im J. 1811 noch diesen Berg flammen.

Im Distrikte der Mursalarskoi-Baschkiren ist ein durch Kohlenwasserstoff brennender Berg von schieferigem Kalksteine. Das Gas ist geruchlos u. brennt röthlich. *Breislak Geologie.

In Mesopotamien zwischen Mossul u. Bagdad, so wie im südlichen Theile von Kurdistan sind Qu. von brennbarem Gas u. Bergöl an sehr vielen Stellen bekannt. *Naumann Geognosie.

Ateschgah d. h. Feuerort. Am südwestlichen Gestade des Kaspi-See's auf der Halbinsel Abscheron sind Schlammvulkane, Naphthabrunnen u. die berühmten Erdfeuer; die letztern 1½ Meilen ONO von Baku. Der Boden ist hier sandig, kalkig, flach, zum Meere hin geneigt, fast aller Vegetation beraubt. Kein Berg liegt nahebei.*) Zwei Meilen in der Runde kommt brennbares Gas hervor, überall, wo man nur die Erde aufkratzt. (*Trommsdorff's Journ. 1821, V.) Arabische Schriftsteller vom J. 950 u. 1350 sprechen schon von diesen Feuern. Sie werden von den Parsen göttlich verehrt. Priester bewohnen den Tempel, wohin alljährlich aus fernen Gegenden Wallfahrten geschehen. Vier hochlodernde, aus gemauerten Röhren aufsteigende

---

*) Ein etwa 13′ tiefer Felsen-Brunnen mit weisser Naphtha liegt aber angeblich an einer Anhöhe.

Flammen u. eine grössere Zahl von Flämmchen werden zu religiösen u. ökonomischen Zwecken (zum Erleuchten, zum Kochen, zum Brennen von Kalk) unterhalten. Wenn Wind weht, ist die Flamme wohl 8′ hoch, sonst kleiner. Das brennbare Gas kommt kalt hervor. An mehreren Punkten der Umgebung muss es sich aus einer schlammigen Masse emporarbeiten u. wirft Hügel auf, deren trichterförmig eingesunkene Gipfel mit flüssigem Schlamme gefüllt sind, woraus sich das Gas erhebt, zuweilen Schlamm u. Steine emporschleudernd; der Hauptheerd der ewigen Feuer ist aber trocken. Die grossen Feuer scheinen aus der Vereinigung von kleinern Gasströmen künstlich erzeugt zu sein.

Zu Balwakund zwischen Islamabad u. Dschittagong in Hinter-Indien ist eine kalte Qu., die Salz, Eisen u. Schwefel enthält u. woraus ein entzündbares Gas aufsteigt. Dass sich dieses Gas an der Luft von selbst entzünde, ist wohl eine unwahre Zuthat. Cf. Ritters Geographie.

Ho-tsing, d. i. Feuerbrunnen China's. Als Ho-tsing werden vom Missionar Imbert ausführlich die Tse-liu-tsing, d. i. die acht (vier?) von selbst fliessenden Brunnen beschrieben, die einen von den Menschen bewältigten Vulkan darstellen. Dieser Vulkan befindet sich in einem Berge, am Ufer eines Flüsschens (Provinz Sse-tschuen? oder Szutschuan?), wo man mehr als 1000 *) Salzbrunnen gebohrt hat. Diese Salzbrunnen strömen entzündliches Gas aus. »In einem Thale« so schreibt er »befinden sich vier Brunnen, welche ausserordentlich viel Feuer, aber gar kein Wasser geben; ohne Zweifel ist dort das Centrum des Vulkans. Anfänglich haben auch diese Brunnen Salzwasser geliefert; als dieses versiegt war, grub man vor etwa 12 Jahren mehr als dreitausend Fuss tief, um Wasser zu finden. Es war vergeblich; aber auf einmal strömte eine grosse Luftsäule heraus, welche aus dicken schwärzlichen Massen bestand. Ich habe sie mit meinen eigenen Augen gesehen; sie glichen nicht dem Rauche, sondern dem Dampfe eines glühenden Ofens. Diese Luft drängt mit einem schrecklichen Brausen und Getöse hervor, das man weithin hört. Sie stösst beständig aus und saugt nie ein; daher glaube ich, dass es ein Vulkan ist, der mit irgend einem See in direkter Verbindung steht, vielleicht sogar mit dem grossen, zweihundert Meilen entfernten See von Hu-kuang. (?) Es befindet sich auch auf einem eine Meile entfernten Berge ein kleiner See von ungefähr einer halben Meile Umfang, der ausserordentlich tief ist; aber ich glaube nicht, dass er hinreicht, um den Vulkan zu nähren. (?) Dieser kleine See steht in keiner Verbindung mit dem Flusse und enthält nur Regenwasser.«

»Die Oeffnung der Brunnen verschliesst ein Kasten aus einem Werkstück von sechs bis sieben Fuss Höhe, aus Furcht, dass Jemand aus Unvorsichtigkeit oder Bosheit das Feuer darin anzünde. Im letzten August ereignete sich dieses Unglück. Der Brunnen ist in einem geräumigen Hofe mitten unter grossen und langen Werkschuppen, in denen die Kessel stehen, worin man das Salz siedet; sobald das Feuer die Oberfläche des Brunnens erreicht hatte, entstand eine furchtbare Explosion und ein ziemlich bedeutendes Erdbeben. Im Augenblick stand der ganze Hof in Feuer. Die Flamme, welche

*) Die Angabe 20000 ist wohl ein unrichtiges Referat.

ungefähr zweihunders Fuss hoch war, hüpfte auf der Oberfläche des Bodens hin und her, ohne etwas anzubrennen. Vier Männer schleppten mit aller Mühe einen gewaltigen Stein auf die Mündung des Brunnens; aber der Stein flog augenblicklich in die Luft. Drei Männer verbrannten, der vierte kam glücklich davon, aber weder Wasser noch Schlamm vermochte das Feuer zu löschen. Endlich nach vierzehntägigen, hartnäckigen Arbeiten trug man Wasser in grosser Menge auf den benachbarten Berg, grub einen See, und goss alles Wasser auf einmal hinein. Dieses Wasser strömte mit heftigem Luftzug (?) und löschte das Feuer aus. Es verursachte dies die für China ganz bedeutende Kostensumme von 30000 Francs.«

»Einen Fuss tief unter der Erde sind an der einen Seite des Brunnens vier grosse Bambusröhren eingefügt, welche die Luft unter die Kessel leiten; jeder Kessel hat eine Bambusröhre als Feuerleiter; an der Spitze der Bambusröhre ist eine Thonröhre von sechs Zoll Höhe, welche in der Mitte ein Loch von einem Zoll Durchmesser hat. Der Thon hindert das Feuer, das Bambusrohr zu verbrennen. Andere Bambusröhren, welche aussen angebracht werden, erleuchten die Strassen und grossen Werkschuppen. Man kann nicht das ganze Feuer verwenden; das überflüssige wird durch eine Röhre aus dem Salzwerk hinausgeleitet und bildet drei Essen oder grosse Feuergarben, welche zwei Fuss über die Esse lecken und springen. Die Oberfläche des Bodens in einem solchen Hofe ist sehr heiss und brennt unter den Füssen; selbst im Januar sind alle Arbeiter halb nackend und haben nur eine Unterhose an. Ich habe mir wie alle Reisende eine lange Pfeife an dem vulkanischen Feuer angezündet. Dieses Feuer ist ausserordentlich wirksam. Die gusseisernen Kessel sind vier bis fünf Zoll dick, aber sie sind nach wenigen Monaten schon calcinirt und völlig unbrauchbar. Salzwasserträger und Bambusröhrenleitungen führen das Wasser zu. Es wird in eine grosse Cisterne aufgenommen, und eine Wasserkunst, welche Tag und Nacht von vier Männern in Bewegung gesetzt wird, hebt das Wasser in ein höher liegendes Behältniss, aus welchem es in Röhren weiter geleitet wird und die Kessel speist.«

»Ich vergass noch zu sagen, dass dieses Feuer keinen Rauch erzeugt, sondern nur einen sehr starken Erdpechdampf, den ich zwei Meilen weiter noch empfunden habe. Die Flamme ist röthlich wie die der Kohle.« (Vf. spricht an einer frühern Stelle von einer bläulichen Flamme, was sich wohl auf die Feuerbrunnen einer andern Gegend bezieht.) »Sie bleibt nicht an der Mündung der Röhre, wie dies bei der Lampe der Fall ist, sondern sie springt zwei Zoll darüber hinaus und erhebt sich ungefähr zwei Fuss. Im Winter graben arme Leute, um sich zu wärmen, ringsum den Sand auf, ungefähr einen Fuss tief; zehn Leute setzen sich um denselben; mit einer Hand voll Stroh stecken sie die Höhlung in Brand und wärmen sich daran, so lange es ihnen gefällt; dann schütten sie die Höhlung wieder mit Sand zu, und das Feuer erlischt.« *Balneol. Ztg. IV, 180 nach Allg. med. Centralztg. 1855.

Diese Brunnen liegen unter 101° 28′ L., 29° 27′ nördl. Br. Vgl. Humboldt Centralasien I, auch Poggendorfs Ann. XVIII, 604.

In der Provinz Hensi sind Feuerbrunnen. Die Einwohner setzen auf die Mündung des Brunnens ihre Töpfe u. kochen ihre Speise ganz bequem. Dieses Feuer soll wenig durchsichtig u. nicht sehr blendend sein. Es ist sogar in Bambusröhren tragbar u. das Holz, welches man hineinwirft, verbrennt nicht. So berichtete die holländische Gesandtschaft über ihre Reise nach China im J. 1660. »Sunt in provincia Xansi putei ignei .... qui passim in dicta provincia visuntur magnoque compendio ac sumptuum parsimonia ad cibos coquendos adhibentur.« *Kircher China monum.; 1667. Vielleicht sind es dieselben Brunnen, wovon eben Rede war. Als besonders reich an solchen Emanationen werden die Provinzen Hunnan, Szutschhuan, Kuangsi u. Schansi angegeben. In letzterer Provinz sind vorzüglich die Feuerberge (Hoschan).

Ueber Tibet's Kohlenwasserstoff-Ausströmungen s. Klose's Summar. 1830, III, 132.

In Neu-York kommen Kohlenwasserstoff-Strömungen namentlich an den Ufern des Sees Canandaigua u. bei Bristol vor. In der Umgegend von Fredonia (Chautauque-County) unfern des Erie-Sees in einem Becken von devonischen Sandstein-Schichten findet sich eine Unzahl von Brenngas-Qu. auf Erdspalten ausbrechend u. zum Theil zur Erleuchtung des Dorfes mit 70—80 Flammen benutzt. Aehnliche Emanationen sind in Albany, Oneida, Yates, Monroe u. Niagara. Die zahllos bei Rushville vorkommenden Qu. nehmen die Form von Schlammkegeln an; noch andere, im Ohiothale, in Virginien u. am Kentucky River, enthalten zugleich Kochsalz u. hangen dann mit schwachen Naphtha-Qu. zusammen.

Zu Rocky-hill am Ohio brach mit dem Salzwasser eine bedeutende Menge brennbaren Gases hervor. Zu Marietta im Staate Ohio ist solches beständiger Begleiter der Soolquellen. Hier kommt es aus Gyps u. streicht durch kaltes Wasser. An vielen Orten ist eine beständige Strömung, an andern treibt es absatzweise das W. 50—100′ in die Höhe. Actes de la soc. helv. 1841, 107.

In der nordamer. Grafsch. Harrison ist zwischen Booths Ferry u. Clarksburg ein 55 Meter tiefer Brenngas-Brunnen, der das W. 9 Meter hoch in ungleichen Zwischenräumen emportreibt.

Jenseits des antillischen Meerbusens, an der Nordküste von Süd-Amerika, 2½ Ml. in SSO von dem Hafen Carthagena de las Indias, liegt bei dem Dorfe Turbaco eine Gruppe von Salsen oder Schlammvulkanen. Mitten im Urwalde auf einem öden Platze erheben sich einige 20 Vulcanitos. Die grössten der Kegel, welche durch die heftigen Regengüsse fortgewaschen werden, sind von schwarzgrauem Letten u. haben 18—22′ Höhe u. wohl 80′ Durchmesser an der Basis. Auf der Spitze jedes Kegels ist eine zirkelrunde mit Schlamm u. W. gefüllte Oeffnung von 20—28″ Durchmesser, aus dem das Gas mit grosser Heftigkeit in Blasen emporsteigt, etwa 5mal in 2 Minuten. Das Gas war, als v. Humboldt es (1801) untersuchte, nicht entzündlich, später nach Acosta wohl (1850); es hat sich also, wenigstens in quantitativer Hinsicht, verändert. Acosta fand etwas Erdöl auf der Wasserfläche. In NNO von Carthagena fand 1839 ein mächtiger Flammenausbruch statt.

Karsten (Vulkane der Anden; 1857) beschreibt diese Vulcanitos in folgender Weise: »Auf der Höhe des Waldgebirges, das sich in der Küste Carthagenas aus dem Flachlande des Magdalenendelta erhebt, wird man mitten im Walde durch eine gänzlich gewächslose, wüste Ebene überrascht, auf der viele kleine kraterförmige Gasquellen zerstreut sind, deren schlammiges W., durch eine ununterbrochene grosse Strömung von Luftblasen in Bewegung gesetzt, in die Höhe getrieben wird u. über den ringförmigen Kraterrand abfliesst. Das 23°5 warme W. ist stark salzig. Die Luft dieser Vulcanitos enthält einen nicht unbedeutenden Antheil von brennbarem Kohlenwasserstoff.« Den Vulcanitos von Turbaco ähnliche Quellen finden sich in Menge an der Küste Carthagenas zerstreut, aber kaum beachtet.

Auf einer schmalen Landzunge, Zamba gegenüber, brannte 1848 eine Strömung 8 volle Tage lang. Mit erschreckendem Geprassel stieg die Feuersäule gen Himmel, glühende Steine mit sich in die Höhe reissend u. ringsumher schleudernd. Noch zeigen aus dem Meere aufsteigende Luftblasen den Ort dieser vulkanischen Erscheinung an.

In der Peruanischen Provinz Yzalcos ist ein brennender Brunnen. Diurnal der Erdumseglung der Nass. Flotte 1823—26.

Ueber brennende Qu. in Südamerika s. noch Froriep's Not. XXV, 56.

Schliesslich erwähne ich noch die Brenngas-Ausströmungen zu Johnstone (aus einem 41 M. tiefen Brunnen; cf. Dingler's Journ. 44. B., 398), zu Ancliff (Lankastershire) u. Brosely (Shropshire), u. zu Vif (4 St. von Grenoble; cf. Acad. Roy. de Paris; 1699); andere sind noch in den folgenden Paragraphen erwähnt. Die bei Grenoble, von welcher schon Fulgentius spricht, u. die in der Grafschaft Lankaster befindlichen sog. brennenden Qu. sollen jedoch diesen Namen nicht verdienen.

Nach Landerer strömt zu Venedig durch ein Bohrloch zugleich mit einem Schwefelwasser eine brennbare Luft, die derselbe, so oft er dahin kam, mit einem Fidibus anzündete. Die Flamme ist anhaltend. Beim Anzünden entwickelt sich ein Geruch nach schwefeliger Säure, woraus Landerer schliesst, dass das Gas aus SH, vielleicht mit Beimengung von Grubengas oder Kohlenoxydgas bestehe. *)

§. 69. Geologisches Verhalten der Kohlenwasserstoff-Strömungen.

Im Steinsalz hat man schon brennbares Gas condensirt gefunden, z. B. enthielt Steinsalz von Wieliczka ½ Vol. (Prozent?). Nach Rose ist dies nahezu C^2H^4, Grubengas. Dies Salz crepitirt, wenn es in W. kommt u. entwickelt Luftblasen. In Ungarn strömt jenes Gas aus mehreren Steinsalzgruben u. Soolen. Brennbares Gas kommt auch häufig neben oder in Soolwässern vor. Eine ziemlich bedeutende Emanation der Art zeigt sich auf der Saline zu Rheine (Westphalen). Dieselbe enthält gleichfalls Grubengas.

---

*) Ueber eine Qu. zu Dodone war im Alterthume die Meinung verbreitet, dass sie ausgelöschte, also noch glimmende Fackeln wieder entzünde (Gesch. d. Balneol. 1863, 62); wir würden demnach sagen, wenn die Thatsache wahr wäre, dass sie eine sauerstoffreiche Luft ausgesendet hätte.

In den bern'schen Salzwerken bei Aalen (aux fondemens) durchströmt brennbares Gas das Salzwasser. Haller Elem. phys. III, 253. Von den noch jetzt bestehenden, jod- u. bromhaltigen, sehr salzigen Schwefelthermen auf Methana erzählt Pausanias, dass sie sich unter dem Macedonischen Könige Antigonos, Demetrios Sohn, gezeigt haben u. zwar nach dem Erlöschen eines auf der Erde aufflammenden Feuers. Porretta's salinische M.W., 30⁰ warm, stossen ein mit gelblicher Farbe brennbares Gas in grosser Menge aus, so dass sich einzeln herabfallende Wasserströmchen bei Annäherung einer Kerze rundum mit einem Lichtscheine umgeben. *)

Die Feuerbrunnen China's sind zugleich Salzbrunnen. In der Nähe der am Kaspi-See vorfindlichen Brenngas- u. Naphtha-Quellen sind Steinsalz-Ablagerungen. An unzähligen Punkten der nordamerikanischen Salzformation geben die meisten Bohrbrunnen mit der Salzsoole auch Brenngas, viele auch Naphtha. Blos Brenngas, keine Naphtha sollen die Soolbrunnen von Pittsburg u. die im Kiskiminitas-Thale in Pennsylvanien geben. Eine Gasqu. im Marmaros'schen Gebiete kommt aus Salzthon. Poggend. Annal. VII, 131. Aus den Bohrlöchern der Kreuznacher Saline strömt etwas Grubengas. Auch gehören wohl die Brenngas-Ausströmungen von Krakau in Polen u. zu Boikoi in der Wallachei zu denen der Salzformation.

Eine Kohlenwasserstoffgas- u. Wasser-Quelle in Caledonien enthält nur etwa 10 Z.T. Chlornatrium. »Im Gebiete der nordamerikanischen Steinkohlenformation, in Ohio, Pennsylvanien, Kentucky u. Virginien strömt an zahllosen Orten aus den Bohrbrunnen der Salinen Brenngas, gewöhnlich in Begleitung von Bergöl, hervor, am reichlichsten gleich anfangs, nachdem die Brunnen erbohrt worden sind, während später die Gasentwickelung etwas schwächer wird. Die vielen Soolbrunnen des Kenawhathales in Virginien liefern auf diese Weise unermessliche Quantitäten von Brenngas, welches identisch mit dem in den Steinkohlenbergwerken entwickelten Gase ist u. jedenfalls aus tiefer liegenden Kohlenflötzen stammt; auch hat man wirklich an mehreren Punkten tief unter den soolеführenden Sandstein- u. Mergelschichten noch Steinkohlenflötze erbohrt.« Naumann Geognosie; 1862, II.

Comprimirter Kohlenwasserstoff (Grubengas, auch Elayl) findet sich oft in grosser Menge in grossen Klüften der Kohlenlager oder der zwischenliegenden Sandsteinlager, aus denen es beim Anhauen mit bedeutendem Drucke u. für die Dauer mehrerer Jahre hervordringt. Zwei solche seit vielen Jahren bekannte Gasströme gibt es zu Saarbrücken, einen auch bei Lüttich auf einem verlassenen Kohlenschachte, noch bedeutendere in England, Schaumburg u. anderwärts, wo sie zu ökonomischen Zwecken benutzt werden.

Die Qu. von Holbeck bei Leeds u. andere Qu. im Kohlendistrikte von Yorkshire enthalten Brenngas (Brandes Arch. XXV, 88). In der Gegend von Recklinghausen hat man 1857 ein Bohrloch etwa 220 M. tief hinabgetrieben, um Steinkohlen zu suchen; statt ihrer erbohrte man einen mächtig aufsteigenden

---

*) Meerwasser, das auf Fässern verdorben ist, gibt leicht Feuer fangenden Dampf von sich. Es ist dies ein lehrreiches Beispiel für die Bildung des besprochenen Gases durch Fäulniss.

Strom M.W., mit welchem Milliarden von Gasblasen zu Tage treten, die nach G. Bischof's Untersuchung aus Kohlenwasserstoff bestehen. Wutzer Reise in den Orient Europas; 1860, I. Auch die Erdfeuer der italienischen Halbinsel stehen wohl in Verbindung mit Kohlenlagern. Die Exhalationen von Baku stellen ein Gemeng von Gasen dar, wie man sie bei der trockenen Destillation organischer Substanzen erhält u. man hält es darum für wahrscheinlich, dass hier tief unter der Oberfläche Kohlenflötze u. ähnliche organische Gebilde durch einen vulkanischen Prozess der Destillation unterliegen.

Nicht selten begleiten Kohlenwasserstoff-Ströme den Gyps. Der brennende Berg bei Oberriedt (Kanton Freiburg) hat auf einer Trümmerhalde des Burgerwaldes eine Gypsgrube, aus deren Ritzen u. Pfützen sich reichlich Grubengas entwickelt. An mehreren Orten des Pariser Gypsbeckens strömt neben SH auch Brenngas aus.

Es findet sich auch Brenngas mehr oder minder in den Schwefelquellen von Boll, Sebastiansweiler, Reutlingen, Eilsen, Nenndorf (s. unten), Harrowgate, Holbeck, Porretta u. a., die es dem Gyps verdanken mögen.

Die Erzeugung des Brenngases steht häufig, wie schon bemerkt, in enger Verbindung mit dem Vorkommen von Naphtha oder Erdharz. Besonders auffällig wird der Connex von Naphtha- u. Brenngas-Bildung in Italien u. am kaspischen Meere. In Persien ist wohl dasselbe Verhältniss von Naphtha u. Brenngas vorhanden. Nach der Ueberlieferung der Tartaren u. nach neuern Erfahrungen waren an solchen Stellen, wo jetzt Naphthabrunnen sind, ehemals Feuerausbrüche (Bischof). Bei Palagonia auf Sicilien tritt brennbares, leicht bituminös riechendes Gas in starken Strömungen aus einem kleinen See.

Auf Java, beim Dorfe Mintaram, Distr. Mangar, liegt das ewige Feuer Merapi. Hier strömt aus kleinen Oeffnungen mit Gewalt ein Gas, das sich, man sagt, von selbst entzündet u. also wohl Phosphorwasserstoff enthalten müsste. In derselben Alluvialfläche finden sich Erdölquellen u. eine Stelle, wo warmes Schlamm- u. Salzwasser unter einem den Kanonenschlägen ähnlichen Geräusche ausgeworfen wird.

§. 70. Druckkraft der Kohlenwasserstoff-Ausströmungen.

Die Brenngas-Ausströmungen haben wohl meistens nur eine geringe Druckkraft, doch kommt auch der entgegengesetzte Fall vor. Im Golf von Baku gibt es eine Stelle, wo es aus dem daselbst 3 Faden ($5^1/_2$ M.) tiefen Grunde mit solcher Heftigkeit hervorbricht, dass sich ein Kahn in der Nähe kaum zu halten vermag. Die Explosion beim Dorfe Baklichli 1839, wobei Erdmassen $^3/_7$ Meile weit geschleudert wurden, kann auch als Beispiel der Kraft der comprimirten brennbaren Gase angeführt werden. Am Crocus-creek in Russel-County wurde beim Salzbohren eine so heftige Quelle von Brenngas erbohrt, dass der ganze Bohrer aus dem Bohrloch hinaus u. bis zur Höhe der nächsten Baumgipfel geschleudert wurde. In den Tiefbauen der Bergwerke des Plauenschen Grundes bei Dresden entwickelt sich das Gas

aus den frisch angehauenen Kohlenflötzen mit einem sehr auffallenden Geräusche. Zu Bedlay in Schottland kommt in u. neben einem Bache Grubengas mit der grössten Gewalt hervor.

Zu Pietra mala macht sich das Gas, wenn die Flamme ausgelöscht ist, der hingehaltenen Hand nur durch eine sanfte Luftbewegung bemerklich. Zu Porretta überwindet es den Druck der Höhe des W. in den Bädern.

Wie bei den CO^2-Ausströmungen, wenn durch atmosphärische Niederschläge ein Theil der das Gas ausgebenden Oeffnungen geschlossen wird, die frei bleibenden Oeffnungen mehr Gas geben, so ist es auch bei den Kohlenwasserstoff-Quellen. »Angetur imbribus« sagt Plinius von einer solchen Ausströmung beim korinthischen Apollonia am Ana. *Dio Cassius bemerkt von demselben, als Orakel benutzten Erdfeuer, dass es durch Regen vermehrt werde u. bei Dürre ausbleibe, weshalb es auch Nymphäum genannt sei (XLI, 45). Auch herrscht an allen Orten, wo solche natürlichen Feuer sind, sowohl in Italien, als anderwärts, die Meinung, dass sie bei regnigter Witterung grösser seien; doch konnte Spallanzani u. ein späterer Beobachter an den Feuern von Barigazzo dies als allgemein gültig nicht bestätigen.

In den seit längerer Zeit angehauenen Kohlenflötzen sind nach Buddle die Gasentwickelungen vom Barometerstande abhängig u. bei geringem Luftdrucke reichlicher. Die Abhängigkeit der Kohlenwasserstoff-Exhalationen vom Luftdrucke hat auch Th. Dorson näher untersucht. Compt. rend. t. 43, 1856, 157.

§. 71. Chemische Beschaffenheit der Gas-Ausströmungen mit Kohlenwasserstoff.

Die Analysen dieser natürlichen brennbaren Gase sind noch selten. Das entzündliche Gas, welches aus einem Felsen bei Freiburg ausströmt, fand Ladam aus Protocarbohydrogen u. Wasserstoff zusammengesetzt, u. in einer (andern?) angeblich nicht sichern Analyse N 12 %, O 3,5 % u. ausserdem freien H. Fellenberg, der dasselbe Gas, welches bei Burgerwald aus Felsen austritt, analysirte, fand in 100 Th. (wohl Volumina sind gemeint) N 74,26, Unterkohlenwasserstoff 21,8, Kohlenoxyd 2,79, O 1,15 (also in Gewichten N 6, C^2H^4 1). Act. helv. 1841, 79—97, 114. Bei Charlemont (Staffordshire) strömt immerwährend ein Gas aus, was nach Howard fast ganz aus Grubengas besteht, da es nur 0,3 % CO^2. u. 0,1 Wassergas enthält. Chem. Gaz. 1849. Das rothbrennende Gas, welches zu Baku ausströmt, soll nach Hess etwas mehr Kohle als Sumpfgas halten, ohne doch ölbildendes Gas zu sein. Mit dem Sumpfgas kommen auch seine Eigenschaften überein. Es ist leichter als atmosphärische Luft, mischt sich nicht mit W., theilt ihm keinen Geschmack mit u. ist geruchlos. Nach der erwähnten Analyse von Hess kommen auf C 77,5, H 22,5, CO^2 1—5 %, etwas Naphtha u. bis 6 Volumenprozente zufälligen Stickstoffs. Ein Grubengas, das aus einem Schlammvulkane am Bulganack ausströmte, enthielt nach Bunsen weder N, noch O, noch Elayl u. nur eine Spur CO^2. Mit dem Gase von Bakū scheint das Grubengas der New-Castler Kohlengruben ziemlich übereinzukommen, da es ausser N u. O nur leichten Kohlenwasserstoff hatte. Es war ganz

frei von Elayl, H u. CO, da es das Leuchten des Phosphors nicht aufhob u. nicht durch Platinschwarz oxydirt wurde. (Th. Graham.) Zu Bedlay in Schottland quillt ein mit gelber Flamme brennendes Grubengas, das 12,5 % atmosphärischer Luft enthält u. nur 0,6109 spez. Gewicht hat, aus Kalkgruben in der Nähe von Steinkohlen hervor. Das Brenngas, welches in der Grube von Wieliczka sich findet, ist frei von SH, H, CO, u. ist gemischt, wie unter I angegeben ist, während das Knistersalz nach Bunsen die unter II angegebene Mischung enthält.

	I	II
Grubengas	20,45	84,6
CO^2	1,18	2,
N	65,47	10,35
O	1,12	2,98.

Auf der Saline Gottesgabe zu Rheine (Westphalen) strömt eine grossartige Gasqu. hervor, deren Flamme unten prachtvoll himmelblau, in der Mitte halbweiss, oberhalb röthlich ist. Das spez. Gewicht 0,66 zeigt an, dass sie grösstentheils aus Grubengas besteht; also nicht ölbildendes Gas, wie angegeben wird.

Aber auch Elayl kommt vor. Bei Gajarini strömt aus einem Brunnen mit einer Bohrtiefe von 110′ nebst W. ein nach SH riechendes Gas hervor, das einmal eine 30′ hohe, unten 6′ breite Flamme bildete, später sich aber verminderte. Es war ölbildendes Gas mit geringer Einmengung von SH. Ein Schlammvulkan auf Taman entwickelt nach Göbel ein Gas, das besteht aus Elayl 79, Grubengas 13,76 (dem Gewichte nach 76,61 von jenem, 7,63 — 7,69 von diesem = 10 : 1) u. Kohlenoxyd 5, atmosph. Luft 2,84 (beide zusammen zufällig wieder 7,69 dem Gewichte nach). Dagegen gibt ein artesischer Brunnen bei Liekwege im Schaumburgischen auf 79,1 Grubengas 16,1 Elayl. Das Grubengas der Kohlenbergwerke ist zuweilen vermischt mit etwas Elayl u. CO^2, öfterer aber mit viel N.

Karsten traf in Brenngase von Carthagena atmosphärische Luft.

Fumarolen-Gase vorzugsweise aus Grubengas u. Stickstoff bestehend. Deville u. Leblanc analysirten folgende Fumarolen-Gase von Sicilien:

1) Gas von der Macaluba bei Girgenti,
2) Gas von der Macaluba de Xirbi,
3) Gas von der Macaluba de Terrapilata bei Caltanisetta. (Compt. rend. t. 43, 1856, 359. Kopp-Will's Jahresber. f. 1857.)

	1	2	3
CH^2 *)	90,4	73,7	41
N	6,7	20,4	46,4
O	1,7	5,2	12,3
CO^2	1,2	0,7	0,3.

*) Wohl C^2H^4.

Das (spontane?) Gas des Schwefelwassers von Santa Venerina bei Aci Reale zeigte frisch an der Qu. untersucht C^2H^2 (sic?) u. N 95,5, CO^2 3,1, O 1,2, SH 0,2. Nach längerm Aufbewahren C^2H^4 83,6, N 12,2, CO^2 4,2.

Quellgase aus Kohlenwasserstoff u. Stickstoff. Das Gas, welches die Soolqu. von Harkany spontan abgibt, enthält N 56,72, C^2H^4 40,

CO^2 3,28. (Oder an Gewichten N 55, C^2H^4 22,36, CO^2 5; die Kohlengase bilden also die Hälfte des Gewichtes des Stickgases.)

Es bleibt noch das Resultat der von Morin durchgeführten Analyse der Gase zu erwähnen, die das alkalische W. von Coëse in Savoyen begleiten. Aus diesem W. steigen fortwährend Blasen auf, die angezündet mit blauer Flamme u. zwischendurch mit Knall brennen. In 100 Vol. der durchstreichenden Gase fand er C^2H^4 70,2, N 27,4. CO^2 2,4.

Es ist nöthig auf die Veränderlichkeit derartiger Gas-Ausströmungen aufmerksam zu machen. Während Dolomieu (1781) das Gas der Macaluba in Sicilien nicht brennbar fand, enthielt es nach Deville's Untersuchung fast nur Kohlenwasserstoff. Dieser Schlammvulkan bietet überhaupt zu verschiedenen Zeiten der Thätigkeit oder der Ruhe ein sehr wechselndes Ansehen. Im J. 1811 war das auf Taman (wohl von derselben Luftquelle) untersuchte Gas nicht entzündlich, wie es 23 Jahre später war, als es mit bläulicher Flamme brannte, u. während nach v. Humboldt aus den Schlammvulkanen von Turbaco fast sauerstofffreien N ausströmte, traf Karsten eine Ausströmung von atmosphärischer Luft mit Kohlenwasserstoff daselbst (§. 37).

Fumarolen-Gase vorzugsweise aus Grubengas u. Kohlensäure. Nach Deville u. Leblanc hatten die nachgenannten auf Sicilien ausströmenden Gase folgende Mischung.

1) Gas aus schlammigem, starksalzigem W. im Val Corrente (oder San Biaggio) bei Paterno. (Das Gas der Acqua rossa bei Paterno zeigte schon keinen C^2H^4 mehr, sondern CO^2 93,2, N 5,8, O 1.)
2) Gas aus kleinen, mit salzigem W. gefüllten Oeffnungen bei Paterno.
3) Gas aus dem Lago di naftia.

	1	2	3
CO^2	67,	90,7	94,7
C^2H^4 }	32,5	5	0,7
N }		3,3	3,5
O	0,5	1,	1,1.

CO^2 ist auch nach Daubeny im Brenngase, das im Modenesischen ausströmt.

Die Beschaffenheit der Flamme kann beim Mangel analytischer Versuche eine Andeutung über die Natur des Gases geben. Auf der Steinsalzgrube Ludovici in Ungarn strömt weissbrennendes, am untern Rande der Flamme bläuliches Gas aus, welches Russtheile absetzt. Auch die Flamme des geruchlosen Gases von Pietra mala ist unten himmelblau, nach oben gelb, an den äussersten Spitzen röthlich. Porretta's salinische M.Qu. stossen ein Gas aus, dessen Flamme ins Gelbliche spielt, nach anderer Nachricht oben roth, unten blau ist. Auf Barbados strömt weiss brennendes Gas aus. Die Flamme des ewigen Feuers auf Java unfern Tjohra ist bei Tage kaum erkennbar, Nachts grünlich (Flora; 1847, 642). Grünliche Farbenmischung wird auch von einer Brenngas-Ausströmung bei Manchester erwähnt. Der Feuertempel Jualamuki in Ostindien deckt ein Erdfeuer, dessen Gas aus kohlenartigen Stellen eines Felsens hervorströmt. Die Flamme

desselben ist röthlich und gibt wenig Hitze, der Geruch gleicht vollkommen dem von brennendem Alkohol mit einer höchst angenehmen Beimischung (Menzel's Litbl. 1841, No. 22).

Vgl. noch Deville in Comptes rend. 43. B., 1856, 359.

§. 72. Von Wässern absorbirte Gase mit Kohlenwasserstoff.

Kohlenwasserstoff, wohl meistens Grubengas, ist in einigen Wässern gelöst gefunden worden.

In 10000 Vol. W. des Brunnens von Coëse waren N 200, O 40, CO^2 48, Kohlenwasserstoff 240 Z.T. Vol. (aus den von Morin angeführten Gewichtsverhältnissen 0,171 in 10000 W. berechnet); also dem Volumen nach 5mal mehr N als O u. 5mal mehr C^2H^4 als CO^2. — In dem Soolwasser von Iwonicz traf Torosiewicz 1837: N 70,2 (in II 124), CO^2 3042 (2760), Kohlenwasserstoff 277,7 (82). — In der Grullqu. zu Recklinghausen fand Bischof in 10000 Th. W. (nach dem Referate in Schmidts Jahrb.) Kohlenwasserstoff 452, CO^2 8 Z.T. Vol. — In den Herkulesbädern fand Ragsky CH^2 123—182 Z.T. Vol., etwas mehr CO^2 u. SH. Eine Qu. zu Petersdorf in der Nähe der Herkulesbäder hielt nur C^2H^4 1,5 auf N 93,5, O 3, CO^2 1,7 Z.T. Vol. — In 10000 Th. W. der neuen Schwefelqu. zu Langenbrücken traf Bunsen an Gewicht: Grubengas 0,0201 (oder 28,1 Z.T. Vol.) SH 0,0371, freie CO^2 ebenviel (ausser der halbgebundenen), N 0,1938 (153,4 Vol.) —

Das W. von Lusignano soll auch Grubengas enthalten.

In den Schwefelthermen von Aachen hat Bunsen Grubengas sowohl in dem spontanen Gase als im absorbirten gefunden; in jenem betrug es 0,72—1,82 (oder vielmehr 2,13) Vol. %, in dem durch Kochen erhaltenen Gase bis zu 0,55 %, obwohl eine Qu. bis zu 0,89 % enthielt.

Es fanden sich in 4 Quellen daselbst folgende Verhältnisse, nämlich Z.T. Volumina:

	I	II *)	III	IV
CO^2	1269	1485	1454	1063
N	128	125	147	73
O	18			1
Grubengas	5,2	Spur	8,9	3.

Die kalten gasreichern Qu. von Nenndorf (I—III) u. Sooldorf (IV) enthalten neben Grubengas auch Schwefelwasserstoff.

Bunsen fand folgende Gas-Mischungen:

	I	II	III	IV
CO^2	3146	2188	1857	1716
N	674	218	218	1078
SH	169	442	454	83
Grubengas	4,9	3,4	18,4	39 Z.T. Vol.

*) Die Berechnung auf Gewichtstheile der in K.Z. angegebenen Gasmengen geschah mit der Voraussetzung, dass der Verf. par. Kubikzolle u. par. Unzen gebraucht habe, u. dass das als Protocarbure bezeichnete Gas solches sei u. also 1400 mal leichter als W. sei.

Von Interesse sind noch die Analysen von Sgarzi (1837) in Betreff der von den Salzthermen von Porretta absorbirten Gase.

Absorbirte Gase. In 10000 Th. der Qu. von Porretta waren:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Temperatur:	35°	27°5	33°	35°	ca. 36°	38°	37°5	36°
SH	,21	,21	,2	,15	,07	,11	,13	,11
CO^2	,123	,056	,09	,067	,1	,09	,123	,123
C^2H^4	,016	,04	,052	,052	,232	,096	,092	,1.

Namen der Quellen: I Porretta vecchia, II Puzzola, III Donzelle, IV Leone, V Bovi, VI Marte, VII Reale, VIII Tromba.

Nur in Einer dieser Thermen (V Bovi) ist eine solche Menge Grubengas gelöst, dass man sie als damit gesättigt ansehen kann.

Zum Schlusse will ich eine vergleichende Aufstellung einiger Qu., welche Kohlenwasserstoff enthalten, mittheilen, mit der Bemerkung, dass bei der Berechnung der Gewichte angenommen wurde (wenn es auch nicht ausdrücklich in den Referaten stand), dass die Volumina sich auf Grubengas, nicht auf Elayl beziehen.

Quellen zu:	Kohlenwasserstoff-Volumina in 10000 Vol.:	Kohlenwasserstoff-Gramme in 10000 Gr.:
Petersdorf	1,5	,001
Aachen	3 — 8,9	,002 — ,006
Nenndorf	3,4 — 18,4	,002 — ,012
Langenbrücken	28	,02
Herkulesbäder	123 — 182	,09 — ,13
Heilbrunn	230 *)	,16
Coëse	240	,17
Iwonicz	82 — 278	,06 — ,2
Porretta	56 — 325	,04 — ,232
Recklinghausen	452	,32.

Im Gase der Sprudelqu. zu Soden war 0,46 p. m. Grubengas.

§. 73. Kohlenoxydgas (*CO*).

Aequivalent 14. Spezif. Gew. 0,97 (Luft = 1). Wiegt 12,55 Zehntausendtel des Gewichts eines gleichen Volumens Wasser.

Absorptions-Coëfficient nach Bunsen. Bei 0° u. 760 Mill. 0,0329, bei 10° 0,0264, bei 20° 0,0231. Das W. kann also für sich nur 231—329 Z.T. seines Volumens oder 0,29—0,47 Z.T. Gewicht von diesem Gase aufnehmen, doch mag zuweilen durch andere Stoffe seine Absorptionsfähigkeit erhöht sein, wie dies der Fall ist bei einer concentrirten Lösung von Protochlorür von Kupfer mit Salzsäure oder Ammoniak-Ueberfluss, welche 15—20mal ihr Volumen davon aufnimmt.

*) So nach Barruel (1835), während Pettenkofer (1849) 80 oder 178 Z.T. Vol. (nach verschiedenen Referaten) in der Adelheidsqu. gefunden haben soll. Auch im Krankenheiler W. hat man eine Spur Brenngas bemerkt.

Bildung. Dieses Gas bildet sich bei der Fäulniss organischer Substanzen; z. B. ergab die Analyse, welcher Maumené das stinkende Gas einer mit Unreinigkeiten überladenen Flussstelle unterwarf,

O	0,3—0,4	H	10 —18,3
N	2,8—1,9	Sumpfluft	48,4—42,5
CO^2	18 —8,5	Elaylgas	6,3— 6,6 und

Kohlenoxyd 14,2—21,8 (Annuaire des Eaux I, 102). Auch soll man Sumpfgas mit Kohlenoxyd, ölbildendem Gase u. Wasserstoff aus den stinkenden Stellen des Rheins (durch Aufrühren? oder Auskochen?) erhalten können. Die Fäulniss ist auch Ursache, dass Kohlenoxyd in den Gasen der Schlammvulkane vorkommt. Die 3⁰4 5 (34⁰5?) warmen Gase eines solchen, 40 Werst von Taman in Russland gelegenen Vulkanes enthielten ausser 2 % atmosph. Luft: Kohlenoxyd 5,08, ölbildendes Gas 13,76, Protocarbüre von Wasserstoff 79,16. (Vgl. jedoch S. 109.) Fellenberg's Analyse eines bei Burgerwald austretenden Gases, worin Kohlenoxyd sich findet, ist an anderer Stelle angeführt.

Man hat die gemeinen u. edlen W. selten auf Kohlenoxyd untersucht. Es ist mir nur Ein Beispiel von einem analysirten W. bekannt, worin man dieses Gas gefunden hat. Es ist dies ein etwa 20 Meter tiefer, kalter Brunnen zu Cambrai. In seinem Gase, das meistens aus CO^2 bestand, finden sich neben 184 Z.T. Stickstoff 92 Z.T. Vol. des W. Kohlenoxyd. Im W. sind ausserdem noch 0,09 Z.T. eines kohligen Stoffes *) vorhanden. *Annuaire des eaux I, 258.

Spatheisenstein entwickelt beim Glühen auf etwa 4,7 Theile CO^2 1 Th. Kohlenoxyd (Glasson). Es könnte also dieses Gas auch in vulkanischen Ausströmungen vorkommen.

§. 73. Wasserstoff (H).

Aequivalent 1. Spez. Gew. 0,0692 (atmosph. Luft = 1). Wasserstoff wiegt nur 0,89, wenn ein gleiches Volumen W. 10000 wiegt.

Der Absorptions-Coëfficient für dieses Gas ist nach Bunsen constant 0,0193, so dass W. von 0—20⁰ 193 Z.T. Vol. oder 0,017 Z.T. Gewicht Wasserstoff aufnehmen kann.

Wasserstoff kommt unter den Produkten der Fäulniss vor u. mag darum zuweilen mit Kohlenwasserstoff verbunden in geringen Mengen im W. gelöst sein. Bunsen fand ihn in Fumarolen Islands. Vielleicht kommt er auch unter den spontanen Quellgasen vor. Aus einem tiefen Brunnen zu Künzing, der von drei Seiten von einem breiten Wassergraben mit klarem W. umgeben ist, steigen viele Gasblasen beständig in die Höhe, wovon die grössten den Durchmesser eines halben Kronenthalers erreichen. Das Gas verbrennt angezündet ungemein schnell ohne sichtbare Flamme mit einem schwachen Knalle. Es wurde vermuthet, dass es reiner H war. Von einer Qu. in St. Sienne wird gesagt, dass sie H mit SH bringe, Gase, die man auch zu Stachelberg in der Schweiz vereinigt gefunden habe.

---

*) Ueber eine kohlige Substanz, die unter dem Einflusse der Dämpfe einzelner W. gebildet wird, s. in den §§. über Schwefelwasserstoff.

§. 74. Phosphorwasserstoff. Arsenwasserstoff.

Der in Berührung mit atmosphärischer Luft unter lebhaftem Leuchten sich entzündende Phosphorwasserstoff hat für den Hydrologen nur in so fern Bedeutung, als er in sumpfigen Gewässern sich bildet. Eigentlich ist nicht der gasige Phosphorwasserstoff ($Ph\ H^3$) selbstentzündlich, sondern der darin enthaltene flüssige Phosphorwasserstoff ($Ph\ H^2$).

Einige Sümpfe in der Gegend von Temesvar enthalten so viel Phosphorwasserstoffgas, dass, wenn man mit einem Stab hineinschlägt, eine Flamme aufsteigt. *Wutzer Reise in den Orient Europas; 1860. Vielleicht kommt es auch in Verbindung mit Kohlenwasserstoff u. Naphtha vor.*) In W. ist Phosphorwasserstoff kaum löslich. Als Bestandtheil gemeiner oder edler W. ist übrigens der Phosphorwasserstoff von den Chemikern noch nicht nachgewiesen worden. Es genügt also einstweilen die Aufmerksamkeit darauf gelenkt zu haben.

Arsenwasserstoff soll nach Viale in den Schwefelquellen von Tivoli vorkommen. Vgl. den §. über Arsen.

§. 75. Stickstoffoxydul

ist als Bestandtheil der Wässer nicht bekannt geworden. Aber wie leicht möglich wäre es nicht, dass solches sich bildete u. dem W. mittheilte! Bei Erwärmung von neutralem salpetersaurem Ammoniak mit Sand soll es sich ja schon bilden.

Ueber Ammoniak-Gas s. §. Ammoniumsalze.

§. 76. Zusammenhang der Mischung der spontanen Gase mit der Mischung der absorbirten.

Mit Hülfe der Absorptionsgesetze lässt sich aus der Mischung der spontanen Gase einer Quelle die Mischung der absorbirten Gase ermitteln. »Die Beziehungen, welche zwischen den freien und absorbirten Gasen einer Qu. dem Absorptionsgesetze zufolge bestehen, geben zugleich einen sicheren Anhaltspunkt zur Beurtheilung des Einflusses, welchen ein Stickstoffgehalt der frei aufsteigenden Quellengase auf den Kohlensäurereichthum des W. ausübt. Die zweite und dritte Columne der nachstehenden, nach den oben entwickelten Formeln berechneten Tabelle zeigt den Procentgehalt an Kohlensäure u. Stickstoff im absorbirten Gase für den in der ersten Columne angegebenen procentischen Stickstoffgehalt des freien Gases, die Temperatur des W. zu 15°1 C. angenommen.«

---

*) In einem Gasthofe zu Kosten leuchtete im Dunkeln das Geschirr, das mit Wasser aus dem schwarzschlammigen Brunnen des Hauses gewaschen worden war (*Pappenheim). War hier phosphorige Säure vorhanden oder eine andere Phosphor-Verbindung?

Frei aufsteigendes Gas. Stickstoffgehalt: I	Im Quellwasser absorbirtes Gas. Stickstoff: II	Sauerstoff: III
10 pC.	1,613	98,387
20	3,558	96,442
30	5,949	94,051
40	8,958	91,042
50	12,861	87,139
60	18,127	81,873
70	25,623	74,377
80	37,123	62,877
90	57,053	42,948.

»Auf diesem Wege lässt sich bei M.W.-Analysen die Zusammensetzung der im W. enthaltenen Gase leicht durch Rechnung finden, wenn die Zusammensetzung der frei aufsteigenden aus Versuchen bekannt ist. Ermittelt man die Zusammensetzung beider direkt u. stimmt die gefundene Zusammensetzung mit der aus der Rechnung abgeleiteten überein, so ergibt sich daraus eine schätzbare Controle für die Richtigkeit beider Analysen.« *Bunsen Ueber das Gesetz der Gasabsorption in Annal. d. Chem. 1855, 93. Bd.

§. 77. Wechsel in der Mischung der austretenden Gase.

Der Austritt der Gase aus der eben an die Luft gekommenen Quelle hängt zunächst ab von innern Einflüssen; wenn diese einem Wechsel unterliegen, wie z. B. die Oscillationen eines vulkanischen Heerdes oder der hervorkommenden W.-Masse etc., so wird auch die Mischung der austretenden Luft wandelbar. Aber auch die Einflüsse, welche das W. an der Erdoberfläche von der zufälligen Wärme u. Schwere der Luft u. von der Bewegung der nächsten Luftschicht erfährt, müssen die jedesmalige Menge u. Qualität der austretenden Gase bestimmen. Daher erklärt es sich theilweise, wie fast nie zwei Chemiker über die spontanen Gase einer Quelle übereinstimmen.

Z. B. hielt Longchamp das spontane Gas der Therme von Néris für reines Stickgas; Nivet fand darin 3 % CO^2; Robiquet 2—3 % CO^2 ohne eine Spur O; Bussy fand im Gase der einen Qu. auch 3 % CO^2, aber noch 2 % O, im Gase der andern N 81, O 19; Lefort in der Kreuzqu. N 88,17, CO^2 11 etc.. Es liessen sich aber viel schlagendere Beispiele derartiger Differenzen geben.

Solche Verschiedenheiten der Resultate hängen zwar theilweise von der mehr oder minder sorgfältigen Auffangung der Gase u. vielleicht namentlich davon ab, ob die Gase mit oder ohne Aufrühren des W. gesammelt wurden; aber sie sind auch theilweise in wirklichen Unterschieden der Luftblasen begründet. So wechselt nach Merck der Gehalt an CO^2 in dem Gase, das aus dem Kingsbath zu Bath austritt, von 4,3 bis 8,2, ja bis 11,5 %. Die spontanen Gase der Burtscheider Thermen haben bei jeder Untersuchung eine ganz andere Zusammensetzung gezeigt, was man nicht füglich Fehlern der Methode zuschreiben kann. Vom Wechsel in der Mischung der spontanen Gase zu Wildbad (S. 50) u. einer Mofette zu St. Quirico (S. 79) ist bereits Erwähnung geschehen; ebenso von der Veränderlichkeit der Gase von Brenngasquellen (104, 110).

Bei diesem Gas-Wechsel kann übrigens auch wohl die Witterung betheiligt sein, die herrschte zur Zeit, da das W. der Thermen als Meteorwasser niederfiel u. in die Erde ging, um daselbst warm zu werden.

§. 78. Verschiedenheiten der Mischung der absorbirten Gase.

Gase verbreiten sich in einer Flüssigkeit nur sehr langsam durch Diffusion. Ueber die Diffusibilität der CO^2 im W. stellte Graham einen Versuch an. Zwei Glasgefässe mit $1\frac{1}{2}$ Zoll weiter Mündung wurden mit den Rändern aufeinander eingeschmirgelt; die untere Flasche dann mit einem mit CO^2 gesättigten W. beinahe bis an den Hals gefüllt, der übrige Raum dann ohne Bewegung mit destillirtem W. angefüllt u. nun das andere auch mit destillirtem W. gefüllte Gefäss darauf gesetzt. Als nach 48 Stunden die Gefässe auseinander genommen wurden, war das Verhältniss der CO^2 in der obern Flasche zu dem in der untern wie 1 : 11, ein anderes Mal nach 5tägiger Berührung etwa wie 1 : 5.

Es können also in derselben W.-Masse die Gase sehr ungleich vertheilt sein. Maumené fand z. B. in der Luft einer oberflächlichen Schicht eines Teiches 43 % O, dagegen in der Luft des W. in $4\frac{1}{5}$ Meter Tiefe nur 34 % O. Das Meerwasser hat in bedeutenden Tiefen (114—731 M.) mehr Gas (220—304 Z.T. Vol.) als an der Oberfläche (185—210 Z.T.) u. in jenem gewöhnlich mehr CO^2-Prozente, aber weniger N als an der Oberfläche (*Annuaire des eaux I, XLVI). Dasselbe gilt für alle vom W. absorbirbaren Gase. In Bezug auf den Schwefelwasserstoff ist das Verhalten der Nenndorfer Quellen lehrreich. Nach Bunsens Versuchen enthielten constant 10000 Vol. der Gewölbequ. am Boden 442 SH, in mittlerer Tiefe 415, $\frac{1}{2}$ Fuss unter der Oberfläche 326. Bei den andern Qu. Nenndorfs fanden ähnliche Unterschiede statt. Diese beruhen nach Bunsen nicht sowohl auf der zersetzenden Wirkung des atmosphärischen Sauerstoffs, als vielmehr darauf, dass sich die im W. diffundirten Gase nur dann im statischen Gleichgewichte befinden, wenn ihre Dichtigkeit in jeder Schicht dem darin herrschenden Drucke proportional geworden. (*Grandidier Nenndorf; 1851.) Es sollte also immer bemerkt werden, aus welcher Tiefe das zur Analyse verwendete W. geschöpft worden.

Vorhergegangenes Auspumpen der Qu. wird in Beziehung auf die Quantität u. Qualität der absorbirten Gase einen grossen Einfluss haben können.

Ueber den Einfluss des wechselnden Luftdruckes auf die absorbirte CO^2 ist schon oben gesprochen. Nach der Menge der absorbirten CO^2 richtet sich aber auch wieder in etwa die Menge der andern absorbirten Gase.

In einem Brunnen ist das W. nicht an allen Stellen genau eben warm; je nach der Wärme wechselt aber die Absorptions-Fähigkeit des W. für die einzelnen Gase; denn die Absorptions-Coëfficienten nehmen nicht in gleichem Verhältnisse bei jedem Gase mit der Wärme ab. Deshalb sollte der Chemiker bei der Bestimmung der absorbirten Gase auch nicht versäumen, die Temperatur an der Stelle, wo das zur Analyse verwendete W. geschöpft wurde, zu bestimmen.

Man könnte glauben, Flusswasser von sehr geringem Salzgehalte sei überall u. immer mit einer ziemlich gleichen Gasmischung beladen; doch wäre dies weit gefehlt. Nicht blos die Wärme, die Bewegung u. der jedesmalige Kohlensäure-Reichthum der Atmosphäre, sondern auch die Temperatur, Tiefe u. Bewegung des W., der verschiedene Verbrauch von *O* u. CO^2 im W. u. allerlei andere Umstände bewirken grosse Verschiedenheiten in den Verhältnissen der absorbirten Gase. *)

§. 79. Salzbestandtheile des Regenwassers.

Das Regenwasser hat auch eine versaltzene Eigenschaft in sich, welche es empfehet von den auffsteigenden Dämpfen, die sich mit sampt dem Regen in den obersten Region versamlen.
Thurneisser zum Thurn; 1612.

Die Meteorwässer, oder um mit Paracelsus zu reden, die fallenden Wässer, nehmen, während sie als Wolken umhertreiben und als Regen niederfallen, einen Antheil der in der Luft staubartig umherfliegenden kleinen Körpertheilchen an sich, und führen ihn theils gelöst theils ungelöst mit hinunter. Die Meteorwässer erlangen daher einen Theil ihrer fremdartigen Beimengungen erst im Luftraume. Aber sie sind auch zuvor mit einem andern Theile hinaufgegangen, als sie von der Erde und vom Meere in Dunstform aufstiegen. Wenn sie nun wieder zur Erde zurückkehren, bringen sie einen grössern Gehalt an gelösten und ungelösten Theilchen wieder zurück. Die in Auflösung befindlichen salzartigen Theilchen der Meteorwässer sind dem Gewichte nach freilich sehr unbedeutend, weshalb man staubfreies Regenwasser früher für fast gleich mit destillirtem Wasser hielt.

Dennoch ist man schon lange Zeit auf die Salztheile des Regens aufmerksam gewesen. „Omnis imbrium aqua variis constat ex partibus. Quæ diversitas in collectis statim a pluvia aquis et non depuratis facile deprehenditur, colore, scilicet non satis aqueo, odore, substantia minus limpida, in æqualitate, sedimento, bullis: Nec adeo syncerus sapor, in plurimis fumosus, atque etiam salsus. Salsedo tamen, ut non sentitur pauca, nec in paucula pluvia; ita manifesta fit ubi multa inest: quo

---

*) Berechnet man die meistens oben (S. 43) schon verzeichneten Gas-Volumina der Flusswässer auf Gewichte, so erhält man (in abgekürzten Zahlen) folgende Werthe, welche ich hier nachträglich mittheilen will.

In 10000 enthalten:	*N*	*O*	CO^2	
Verschiedene Flüsse	,12	,07	,05	Fauré.
„ Bäche	,14	,07	,05	„
Garonne	,12	,07	,07	„
„	,20	,11	,34	Deville.
Loire	,14	,08	,01	Bobierre.
Mosel bei Metz	,19	,11	,08	Langlois.
Rhein bei Strassburg	,20	,10	,15	Deville.
Rhone bei Genf	,22	,12	,16	„
Doubs	,23	,13	,35	„
Schelde bei Cambrai	,22	,08	,53	Tordeux.
Vesle (im Winter)	,23	,12	,08	Maumené.

Vgl. noch S. 125, Anm. u. S. 126, Anm..

modo salsi autumno imbres. teste divino Philosopho (in Probl.). ob acrium nimirum vaporum ea tempestate copiam, unde compluunt.“ (Baccius De Therm. 1587.) In *Schröder's Pharmac. univ. (II; 1747) findet man die Bereitungsweise eines Tartari philosophici Closs, was nichts Anderes als ein Salzrückstand des Regenwassers war.

Der Salzgehalt des Regens ist so geringfügig, dass er kaum an einer Verstärkung des spezifischen Gewichtes merkbar wird. Nach Zimmermann soll das spezifische Gewicht des Regens bei 18°5 das des destillirten Wassers um 1—13, oder bei salzreichen und einigen gefärbten Regen sogar um 30—45 Hunderttausendteln überstiegen haben.

Als Mittel von Bestimmungen, die das ganze Jahr fortgesetzt wurden, fand Bertels für 10000 Th. Regenwasser 0,45 salziger Substanz. (S. unten I.)

Einige neuere Bestimmungen geben zuverlässigere Anhaltspunkte.

Barral traf im Pariser Regen, der in Platingefässen aufgefangen war, durchschnittlich 0,335 Salze (II) in 10000 Regen. In dem von Juli bis Dez. 1851 gefallenen Regen fand er durch chemische Analyse 0,925—1,146 Salze (III u. IV) in 10000.

Nach Marchand war der Salzgehalt des Regens 0,509 (V), der des Schnees 0,601 (VI).

Filhol traf in dem bei Toulouse gefallenen Regen 0,265 Salze.

Die Zusammensetzung der Salze des Regens war folgende:

I. Kochsalz	,07	Eisenoxyd	,02	Ferner noch humin-
Schwefels. Kalk	,05	Thonerde	,03	saures Kali und
Kohlens. Magn.	,05	Kieselerde	,06	Ammoniak 0,02.
„ Kalk	,07	Organisches	,08	Summe 0,45.

Diese Analyse ist ältern Datums als die nachstehende.

II. Kochsalz	,0002	Ammoniak	,04
Chlor	,02	Salpetersäure	,19
Schwefels. Kalk	,0016	Organisches	,0011
Kalk	,06	Fester Gehalt	0,33
Magnesia	,02	Stickstoff	0,06.
Eisenoxyd	,0003		

Das 1851 gefallene Regenwasser war verschieden, je nachdem es auf der Terrasse (III) oder im Hofe (IV) niedergefallen war.

In 10000:	III.	IV.
Chlor	,028	,019
Magnesia	,021	,033
Kalk	,062	,054
Ammoniak	,033	,028
Salpetersäure	,141	,218
(Natron	,640	,794 supponirt)
Summe	0,925	1,146.

Marchand fand (vor 1852) in 10000 Th. Regen (V) oder Schnee (VI) ausser Spuren von Kali, Magn., Jod, Brom, Eisen:

	V.	VI.
Chlornatrium	,114	,170
Schwefels. Natron	,101	,156
„ Kalk	,009	,009
2fach kohlens. Ammoniak	,017	,013
Salpeters. Ammoniak	,019	,015
Organisches	,249	,238
Summe	0,509	0,601.

Gehen wir etwas näher auf die einzelnen Substanzen ein, welche im Regenwasser nachgewiesen worden sind.

Die Meeresluft führt besonders bei starkem Winde eine kleine Menge Kochsalz mit sich. Die Zeugnisse für diese Thatsache werde ich bei der Betrachtung der chemischen Eigenthümlichkeit der Meeresatmosphäre beibringen. Auf dem Lande ist die Luft im Allgemeinen um so reicher an Chlor, je mehr sie von heftigen Seewinden bewegt ist. Nicht blos das Meer, sondern auch andere grössere Ansammlungen von kochsalzigem W. ertheilen der Luft einen Salzgehalt. Am kaspischen Meere bei Gurjef und am Flusse Jaik bemerkte Pallas an den Pflanzen, an polirten Körpern u. an Kleidern einen salzig schmeckenden Thau; dasselbe fand er am Eltonsee, wo der Morgenthau an den Stöcken milchige, offenbar gesalzene Tropfen bildete. Reise durch d. russ. Reich I, 426. Aehnlich wie mit grossen Salzsee'n verhält es sich in dieser Hinsicht mit Salinen. Wilhelmi fand stets an einer Glasscheibe auf einer hohen Stange zwischen zwei Gradirgebänden, die 940 Meter von einander lagen, morgens auf einer Seite derselben Salzkrystalle. Dieses Chlornatrium theilt sich der Luft weniger durch Verdunstung und in Gasform, als in Form eines feinen Salzwasser-Staubes mit u. bleibt in der Luft als trockener Staub zurück, wenn der Wasserstaub zu Dampf verwandelt wird. Sobald aber das dampfförmige W. der Atmosphäre wieder zu Nebel und zu Regentropfen wird, löst es diesen Chlornatriumstaub auf's Neue auf, um ihn der Erde zurückzugeben. Bereits 1750 hatte Marggraf im Regen Chlor gefunden. Dieser Chlorgehalt des Regens ist später häufig bestätigt worden. Vielfach haben sich die Chemiker auch bemüht, ihn quantitativ zu bestimmen; sie sind dabei aber, wie zu erwarten stand, auf verschiedenartige Ergebnisse gekommen. Aus allen Versuchen zeigt sich übrigens, dass nicht leicht 0,1 Chlor in 10000 Regen vorkommt, häufig jedoch mehr als 0,01.

Das Chlor wurde bestimmt von Dalton zu Manchester zu 130, von Marchand zu Fécamp zu 11—17 (hier ist vielleicht so viel Chlornatrium gemeint), von Martin zu Marseille zu 7, von Pierre zu Caen zu 5—6, von Barral zu Paris zu 2—5, von Filhol (?) zu 2.8 im Mittel (Chlornatrium), von Bineau zu Lyon zu mehr als 1 bis zu mehreren Millionteln, also am höchsten zu 1,3, bis unter 0,01 in 10000 W.. Meyrac fand immer Chlorüre (bis 0.2 in 10000), im Schnee weniger als im Regen. Martin fand in einem Sturmregen Chlor 0,0129 (u. Ammoniak 0,03144, keine Spur Jod) in 10000. Chlorüre fand Chatin im Regen, der vom Meere kam, selbst wenn er erst zu Paris niedergefallen war. Es übertraf solches Regenwasser das W. der Seine an Chlorgehalt. Comptes rendus 34. B., 409 u. 715.

S. Hahnemann fand mehrmals, dass das W. vom reinsten, auf dem Lande gefallenen Schnee, zu 10 u. mehreren Pfunden mit 20 Tropfen einer kaltbereiteten Lösung von Quecksilbersalpeter vermischt, milchig wurde (Anmerkung zu *Monro, Arzneimittell. I, 1791, 365). Schneewasser soll mehr Salzsäure als Schwefelsäure enthalten, im Gegensatze zu Regen (Marggraf).

Schwefelsäure wurde von mehreren Chemikern im Regen aufgefunden, seltener Phosphorsäure.

Jene z. B. von Veehof zu Amsterdam, von Brandes, Bertels, Marchand. Barral fand sie im Regen, der zu Paris in Platin aufgefangen war. Gyps fehlt nach Liebig in der Regel nicht. An Sulfaten soll nach Chatin der Regen das Flusswasser übertreffen. Die unreine Luft Londons röthet Lakmus dauernd u. scheint schwefelige Säure u. Spuren von Schwefels. zu halten (Darcet). R. A. Smith zu Manchester leitete die Schwefels. des Regens vom Rauche der Kohlen ab; er fand 0,343, in

spätern Bestimmungen 0,15—0,57 in 10000. In der Nähe der Freiburger Hüttenwerke traf Lampadius viel Schwefels. u. schwefelige Säure u. eine Spur arseniger Säure im Regen. Aeltere Notizen über den Schwefelsäure-Gehalt des Regens s. in Gmelin's Hdb. d. Chem., 5. Aufl., I, 837.

Spuren von Phosphaten zeigten sich nach einem Höhenrauch (Liebig). Barral traf (0,05—0,09 Milligr. Phosphors. im Liter?, wahrscheinlich also) 0,0005—0,009 Gr. in 10000 Gr. Regen. Boussingault bestätigte den Phosphorsäure-Gehalt des Regens.

Zuweilen scheint freie Säure im Regen vorzukommen, während andere Male das Meteorwasser alkalisch reagirt.

(Mulder fand in der Luft mehr freie Salzsäure im Sommer als im Winter, im Herbst mehr als im Frühjahr, vor dem Regen mehr als nach dem Regen.) In einigen Gegenden Afrikas sollen die Regentropfen die Haut wund machen, was aber auch von einem Ammoniak-Gehalte herrühren könnte (Act. Lips. Suppl. I. 425).

Salpetersäure (NO^5) im Meteorwasser. In der Luft bilden elektrische Vorgänge NO^5. Schönbein fand nämlich, dass das Ozon, was bei jeder elektrischen Entladung entsteht, bei Gegenwart von W. den Stickstoff (oder vorhandenes Ammon) zu NO^5 oxydirt. So erklärt sich die schon seit langer Zeit gemachte Beobachtung, dass oft Regen, namentlich bei Gewittern ausbrechender, NO^5 enthält. Auf andere Bildungsweisen der Salpetersäure komme ich später zurück.

Der Erste, welcher Salpetersäure im Meteorwasser u. zwar im Schnee nachgewiesen hat, ist wohl Trumph (Comm. litt. Norimb. a. 1736, hebd. 38). Seine Worte lauten: „Purissimam nivem gelu jam per aliquot dies coelo sereno existente evaporare sivi. Remansit in una libra medica sedimentum, vix duorum granorum ponderis (so viel war es schwerlich: L.), saporis vero non alcalici, sed nitrosi. — — Hoc sedimentum prunae iniectum, brevi, fumo emisso, diffluit. Separavi terram a sale in aqua purissima soluto, ope chartae emporeticae: terrae autem tam parva erat quantitas ut colligere eam nequirem. Sal deparatus prunis iniectus eodem modo, quo nitrum, cum aliquo stridore, accenditur et deflagrat. Ex quo colligo, salem, qui in nive hasce nostras tegente terras continetur, esse nitrosum.“ Bald nachher (1750) hat dann auch Marggraf im Regenwasser Salpetersäure an der Krystallform des mit kohlens. Kali erzeugten Salzes erkannt (Hist. de l'Acad. des Scienc. de Berlin. a. 1752, 131). Vgl. Chym. Schrift. 1761 od. 62, I, 273. Auch wird auf eine Angabe von Home vom J. 1756 u. auf Priestley verwiesen. Cavendish (1785) traf Salpeters. im Gewitterregen. Auch Lampadius beobachtete einen Regen, der Lakmuspapier röthete u. in 10000 0,39 freier NO^5 enthalten haben soll. Journ. f. prakt. Chem. XIV, 51. Vgl. auch Kastner's Archiv V. 189. Ducros beschreibt einen Hagel, der pikanten Geschmack hatte u. in dem sich sowohl freie als an Kali gebundene NO^5 nachweisen liess. Von 77 Regenwasser-Rückständen, welche Liebig analysirte, enthielten 17, aus verdampften Gewitterregen entstandene mehr oder weniger NO^5, welche theils an Ammon gebunden war; von den 60 andern Rückständen enthielten nur 2 Spuren von NO^5. Boussingault (1856) traf 90mal im Regen einer waldigen Gegend Nitrate an, nicht blos im Gewitterregen, selbst auch in solchem Regen, der fern von den Heerden der Civilisation niedergefallen war. Salpetersäure erkannten noch im Regen Bence Jones u. Marchand.

Die Menge der Salpetersäure im Regen ist von den Chemikern der Jetztzeit mehrmals bestimmt worden.

In Paris hat man aus 10000 Regen 0,02—0,216 NO^5 erhalten; sie fand sich besonders im Regen der alten Stadttheile. — Barral traf in 10000 Regen 0,19 Salpetersäure (nach anderer Nachricht 0,02—0,36). Sie war besonders bei stürmischem Wetter vorhanden. — Bineau fand im Regenwasser zu Lyon 0,01 NO^5 im Frühjahr u. Herbst, das Doppelte im Sommer, das Dreifache im Winter. — Filhol fand zu

Toulouse Salpeters. für 0,02 salpeters. Natron. — Way fand im Regen der J. 1855 u. 56 durchschnittlich 0,056 Salpetersäure. — Boussingault fand in Schneewasser im Mittel von 19 Beobachtungen 0,0103 Salpetersäure in 10000, nach anderer Nachricht in 90 Regen durchschnittlich 0,002, in einzelnen Fällen 0,034 bis 0,062, nach Gewittern 0,0028.

Bei den bisherigen Versuchen wurde also selten 0,1 Salpeters. in 10000 Regenwasser gefunden. Der Regen soll um so reicher an Salpeters. sein, je weniger der Ammoniakgehalt beträgt.

Ammoniak, schon von Brandes u. A. im Meteorwasser gefunden, ist in neuester Zeit vielfach im Regen gefunden und bestimmt worden. »Jedermann kann sich auf die einfachste Weise von seinem Vorhandensein im Regenwasser überzeugen, wenn man frisch aufgefangenes Regenwasser in reinen Porzellanschalen, mit Zusatz von etwas Schwefelsäure oder Salzsäure, bis nahe zur Trockniss verdampfen lässt. Diese Säuren nehmen dem Ammoniak, indem sie sich damit verbinden, seine Flüchtigkeit; der Rückstand enthält Salmiak oder schwefelsaures Ammoniak, welches man mit Platinchlorid u. noch viel leichter an dem durchdringend urinösen Geruche erkennt, welcher sich beim Zusatz von pulverigem Kalkhydrat entwickelt.« *Liebig Chemie; 1862.

Das Ammoniak soll namentlich im ersten Regen u. im Winterregen zu finden sein; besonders sollen Thau, Reif u. Nebel reich daran sein (0,01—0,06, ja viel mehr in 10000); im Schnee ist es oft sehr deutlich wahrzunehmen; einmal fand man 1,78 Th. in 10000 Th. frischen Schnees; im Eis fand man davon 0,01 oder 0,02 (Horsford), ja 0,6—0,65 (Bineau) in 10000. Einmal traf Mène in 800 Grammen eines Hagels genug Ammon zu 2,78 Granen Salmiak, also 2 Th. Salmiak auf 10000 Th. Hagel.

An den Vogesen hatte der Regen durchschnittlich 0,79 (oder gar nur 0,0079) Ammoniak in 10000. Barral soll 0,028—0,033, in einem andern Jahre 0,018—0,36 gefunden haben; in Lyon soll 0,13—0,18 gefunden worden sein. Leider differiren die Referate, welche über die Versuche von Bineau (0,009—0,068), Filhol (0,006—0,066), Boussingault (0,005) gegeben werden, so sehr, dass ich aus ihnen nicht das Richtige mit Sicherheit anzugeben weiss. Ich werde an einer spätern Stelle darauf zurückkommen. Way fand im Regen der Jahre 1855 u. 56 durchschnittlich 1,114 Grane (zu je 1/240 Loth) Ammoniak in der Gallone von 3,97 Quart, also wohl in 70000 Granen, also 0,16 Ammoniak in 10000. Meyrac fand im Schnee u. Regen Spuren Ammoniaks.

Man hat das Ammoniak auch direkt in der Luft gefunden. Nach Horsford beträgt es 1—48 Milliontel des Gewichts der Luft, nach vielen andern Bestimmungen 3—23 Milliontel. Die Luft ist um so ärmer an Ammoniak, je mehr der Regen daraus weggenommen hat.

Ein kleiner Gehalt von Kalk, Magnesia, Natron, Kali, Eisen ist oft, Mangan seltener im Regen nachgewiesen worden.

Kalk fanden Marggraf, Zimmermann, Brandes, Stark, Bohlig, Wiegmann, Bertels, Meyrac, Marchand (im Schnee), Girardin (im Hagel), Liebig, Barral u. A.. Salzsauren Kalk sollen Bergmann, Rossem (D. d. aq.; Gron. 1810) u. Lampadius gefunden haben.

Magnesia fanden Zimmermann, Brandes, Liebig, Marchand (im Schnee) u. A.

Natron wiesen nach Brandes, Kastner, Marchand, Meyrac, Chatin. Die häufige Gegenwart von Natron im Luftraume hat die Spektralanalyse dargethan.

Kali fanden Zimmermann, Brandes, Kastner, Chatin.

Eisen haben Marggraf, Zimmermann (cf. Isis 1824, H. 5), Brandes, Marchand u. A. im Regen oder Schnee gefunden.

Mangan haben Zimmermann u. Brandes zu finden geglaubt; ersterer auch Nickel. Nickel wollte nämlich Zimmermann im Regen zu Giessen, wo nickelhaltige Gebirgsarten vorkommen, gefunden haben. Brandes konnte es aber anderwärts nicht antreffen. In jedem Schnee, den Z. untersuchte, fand er eine schwärzlich metallische starre Substanz, die nicht vom W. aufgenommen wurde u. die neben Pyrrhin auch Eisenoxyd u. Manganoxyd enthielt, u. daher mit Natronbicarbonat auf Platin erhitzt, sogleich stark blassgrün erschien. Kastner's Archiv f. Naturk. I, 257 u. 310.

Es fällt zuweilen ein Staub aus der Luft, der neben andern Stoffen Chrom oder Kobalt enthält; wahrscheinlich ist dies Meteorstaub, der in unsere Atmosphäre hineingerathen ist. Vgl. Foissac Meteorol. Deutsche Ausgabe; 1859, 406.

Kastner u. Witting konnten im Regen keine Spur von Eisen, aber wohl im Thau Meteoreisen (?) u. Nickel entdecken. Kastner's Archiv V, 190.

In Irland gefallene Hagelkörner sollen in ihrem Kern Eisen enthalten haben. Gilbert's Annal. 1822, St. 12. In einem Farbstoffe, der in Menge einen Schneefall bei Idria in Kärnthen begleitet hatte, fanden sich Kiesel-, Thon- u. Kalkerde, Eisenoxyd, Titansäure u. Organisches. Berzelius Jahresbericht IX, 1830.

Ueber den Jod-Gehalt des Regens wird an späterer Stelle berichtet.

Brandes gab vom Regenwasser nach einer lange fortgesetzten Versuchsreihe folgende Charakteristik, wobei jedoch zu bemerken ist, dass der Regen auf seinem Hause gesammelt wurde u. also wohl nicht ganz frei von Staub u. Rauch sein konnte. „Rücksichtlich seines Ansehens ist es hell, durchsichtig, oder mehr oder minder getrübt u. opalisirend durch darin sich ablagernden organischen Stoff, der bald pulverig (Meteorstaub), bald flockig, fadig, filzig und häutig erscheinen kann."

„Die Trübung des Regens ist in der Regel weiss, selten röthlich, braun u. grünlich. Mitunter zeigt die ganze Wassermasse auch wohl eine bräunliche und milchigte Farbe."

„Geruch der Regenwasser ist in der Regel nicht bemerklich, dann mitunter fade, dumpfig, unangenehm moorartig, im Frühjahr öfters nach Blumen und Wiesenduft, balsamisch angenehm; ferner rübenartig, wachholderbeerenartig, faulig, im Winter und Herbst öfters nach Chlor, verbrannten Schwämmen, und auch nach Blausäure."

„Geschmack ist in der Regel nicht bemerklich; dann erfrischend, dumpfig, moosartig, faulig, aromatisch, süsslich, stechend, dem der bittern Mandeln ähnlich."

„Das Regenwasser ist fast nie rein, es enthält organische Stoffe und Salze. Rücksichtlich des Salzgehaltes möge die allgemeine Bemerkung genügen, dass derselbe im Winter und Herbst am grössesten sei und im Sommer am schwächsten, höchst selten aber gänzlich fehle, mithin ein absolut reines Regenwasser eine grosse Seltenheit sei."

Ueber die Bestandtheile des Regens vgl. noch Lampadius in Gilbert's Ann. XXVIII, Witting in Kastner's Arch. V, 189—194, Dalton in Edinb. J. of scienc. III, besonders aber Brandes in *Schweigger's J. 1826, XVIII, 153—183, Marchand Des eaux pot. 1855, de Luca in Journ. de Chim. méd. 4. Sér. VIII, 576, 1862, Sept., auch die spätern Paragraphen dieser Schrift über Jod, Ammon, Salpeters., salpeterige Säure, organische Stoffe.

Eine beständige Quelle, um die Luft mit verschiedenen Substanzen (Salzsäure, Schwefelsäure, Bor?, Arsen?, Kohlensäure etc.) zu versehen, bilden die vulkanischen Aushauchungen. Man hat jedoch noch nicht die Aufmerksamkeit darauf gerichtet, in welche Entfernung die meteorischen Niederschläge diese vulkanischen Ausdünstungen verführen. Man weiss aber, dass das Gebiet, worüber sich die Asche der Vulkane zuweilen verbreitet, Hunderte, ja Tausende von Quadratmeilen einnehmen kann. Sollen nun noch feinere, theils als Gase bestehende Effluvien sich nicht noch weiter ausbreiten können? In nächster Nähe von Vulkanen hat man wohl Derartiges bemerkt. So wird

am Vesuv, wie Pilla beobachtete, bei Entwicklung grosser Mengen mit Salzsäure beladener Dämpfe der Regen, welcher durch diese fällt, sauer u. zerstört die Feldfrüchte.

§. 80. Feste Bestandtheile der Flusswässer.

Wir sahen (§. 12), dass der Gehalt der Flusswässer an festen Stoffen selten 3 Z.T., zuweilen nicht 1 Z.T. erreicht.

Gohn fand, dass die meisten Reagentien auf das W. des Fahlunflusses gar nicht wirken; abgekocht hinterliess es eine höchst geringe Menge Extractivstoff und Chlornatrium; schwefels. Salze fehlten ganz. Berzelius Chem. I, 517.

Gewisse Flüsse sind dagegen mit so vielen mineralischen Stoffen beladen, dass sie darin manchen M.Quellen nicht nachstehen.

Flusswasser kann so sehr mit Kalktheilen überfüllt sein, dass es sich an hineingebrachte Gegenstände absetzt. (In flumine Silaci ultra Surrentum virgulta non modo immersa, verum et folia lapidescunt, alias salubri potu eius aquae. Plin. H. N. II, 103.) Die Qu. der Drau mit 6,8 f. G. setzt bald nach ihrem Ursprunge Kalktuff ab (Schlagintweit).

Viele Flüsse in Amerika haben einen beträchtlichen Salz- u. Vitriolgehalt. Ulloa Mém. phil. I, 224.

Einige von Vulkanen abfliessende Bäche sind besonders reich an Schwefels. u. Salzsäure. Sie haben aber wahrscheinlich eine sehr wechselnde Mischung.

Jordan-W. zeigte einen Salzgehalt von 10,52 (Boutron u. Chalard). Ueber Salzflüsse s. unter: Chlornatrium.

Flusswässer können sogar giftige Stoffe enthalten.

Ueber ein arsenhaltiges Trinkwasser zu Whitbeck, gab Church Nachricht. Es ist dies einer der zahlreichen Ströme u. Bäche am Black-Combe, einer Gebirgshöhe des südlichen Cumberlands, der von vielen kleinen Qu. gespeist wird. Das W. reagirte schwach alkalisch, es enthielt »in einer Gallone einen guten Bruchtheil eines Granes Arsen-Metall«. Einige Ellen oberhalb dieser Qu. liegt der Eingang zu einem Bergwerke, worin arsenikalische Kobalterze u. Kupfererze vorkommen. Baln. Ztg. XI.

Um von der Mannigfaltigkeit und quantitativen Verschiedenheit der in den Flusswässern vorkommenden Stoffe einen Begriff zu geben, habe ich eine Anzahl von Analysen durch Auflösung der angeblichen Salzcombinationen vergleichbar gemacht. Cf. S. 124.

Als die reinsten W. erscheinen im Allgemeinen diejenigen, welche aus geschmolzenem Schnee u. Eis entstehen, welche namentlich auf Tabelle I vorgeführt werden.

Gletschereis u. Gletscherwasser sollen übrigens einen harten Geschmack haben, der sich an der Luft bald verliert u. nicht zurückkommt, wenn das Wasser auch eben kalt oder noch kälter gemacht wird, wie jenes. Abh. d. schweiz. naturf. Gesellsch. 1842, 90.

Die Resultate folgender Analysen sind bei Ludwig (Natürl. Wässer; 1862) verzeichnet: Viele Analysen der Wässer des Isère-Thales von Granges (1848), 4 Analysen des Seinewassers von Boutron-Chalard u. Henry, 1 Analyse des Seinewassers von Deville, 2 Analysen der Marne von Bouchardat u. von Boutron-Chalard, Analysen des W. des Ourcq u. der Yonne von Bouchardat, der Beuvronne u. Bièvre von Collin, der Garonne, Loire, Rhone u. des Doubs von Deville, 3 Analysen der Vesle von Maumené, Analysen der Suippe von Demselben, des Ottawa u. des

(Fortsetzung auf S. 125.)

I. Flusswässer. In 10000 Gr. waren Gr.:	1. Glezin-Gletscher-W. Granges. Höhe 2259 M.	2. Glezinbach bei Haberts. Granges. Höhe 1800 M.	3. Möll bei Heiligenblut. Schlagintweit. H. 1249 M.	4. Oetz bei Vent. Schlagintweit. H. 1881 M.	5. Lütschine. Pagenstecher.	6. Aar bei Bern. Pagenstecher.	7. Arve b. Genf im Febr. Boussingault?	8. Dieselbe im Aug.	9. Regenfluss (Baiern). Johnson.	10. Ilz (Baiern). Johnson.
Chlor	,055	,096	[,009[2])	,004[2])		,003[2])]	,112	,052	,015	,036
Schwefelsäure	,031	,077	Spur	,076	,321	,28	,792	,381	,02	
Kieselsäure	,02[1])	,038[1])	,072	,087	,035	,027	,02	,01	,072	,095
Kohlensäure geb.	,022	,123	,045	,023	,188	,724	,428	,25	,335[3])	,45[3])
Kali	(		!	!		!	0	0	,096	,058
Natron	(,035	,068	!	!	,032	,004	0	0	,071	,074
Magnesia	,019	,044	,017	,002	,059	,201	,302	,134	,026	,029
Kalk	,034	,16	,047	,079	,453	,924	,733	,423	,154	,092
Manganoxyd			,023							
Eisenoxyd	0	0	,01			Spur			,009	,027
Thonerde	Spur		Spur	Spur	,01					
Organisches						Spur	,04	,03		

1 u. 2 kommen aus Talkgesteinen, 3 u. 4 aus krystallinischem Schiefer 9 und 10 haben bis dahin nur Gneiss u. Granit berührt. 5 fliesst in die Aar.

II. Flusswässer. In 10000 Gr. waren Gr.:	Weichsel. G. Bischof 1853.	Donau. G. Bischof 1852.	Rhein bei Bonn. G. Bischof 1852.	Rhein bei Strassburg. Deville 1847.	Rhein bei Arnheim. Gunning 1852?	Mosel bei Metz. Langlois.	Ohe. Wittstein.	Isar. Wittstein.
Chlor	,049	Spur	,088	,012	,109	,056	,017	,03
Schwefelsäure	,141	,119	,27	,162	,118	,177	,018	,003
Salpetersäure						,032		
Phosphorsäure							,052	,023
Kieselsäure	,08	,049	,089	,488	,02 [5])	[6])	,113	,495
Kohlensäure geb.	,621	,447	,076	,508	,413	,268	?	?
Natron	,037	(,011	,063	,07	,135	,016	,007	,009
Kali	,008	(			,02 [5])	,025[6])	,141	,083
Magnesia	,131	,117	,094	,024	,074	,021	,016	,157
Kalk	,714	,479	,151	,935	,575	,475	,046	,783
Eisenoxyd		,02	,028	,058	,014	,006 Oxydul	,004	,279
Thonerde				,025[4])		,006	,002	,003
Organisches	,224					,04	,115	,396

[1]) Incl. Thonerde. [2]) Bezeichnet hier Chlornatrium u. Chlorkalium; d Natron müsste dem entsprechend bei 6 erhöht werden! [3]) Incl. Organisch [4]) Noch Nitrate 0,038. [5]) Noch kiesels. Kali 0,08. [6]) Noch kiesels. Kali 0.02.

Lorenz-Stromes von Hunt, der Dalaware von Wurtz, des Mississipi von Avequin. Bei Moleschott (Physiol. d. Nahrungsmittel; 1860) findet man noch die der Loire von Bobierre, der Schelde von Tordeux, der Themse von Bennet, der Spree von Bauer. In Bolley (Chem. Technol. des Wassers; 1862) stehen noch die der Saone von Niepce, der Themse von Clark u. Hoffmann; in Pharm. Centralbl. 1847 die des Rheins von Müller, ibid. 1851 die der Flüsse Dee u. Don von Smith. Liebig's Chemie gibt die Analysen der Ohe u. der Isar nach Wittstein, die des Regen u. der Ilz nach Johnson. Dies Verzeichniss liesse sich aus dem Annuaire des Eaux I u. andern Schriften noch sehr vermehren.

Einige Analysen mögen hier in combinatorischer Anordnung hingestellt werden.

III. Flusswässer. In 10000 Wasser:	Maas. *) Nach Gunning 1853.	Vesle. Nach Maumené.	Suippe.	Lawrence. Nach Sterry Hunt 1854.	Ottawa. Nach Sterry Hunt.
Chlornatrium	,235	,256	,059	,225	
„ kalium		,022	,038	,220	,016
Kali	,059				
Schwefels. Kali		,027	,037	[,123][1])	,012
„ Magnesia	,079				
„ Kalk	,053				
Kohlens. Natron				,006	,019
„ Magnesia				,254	,070
„ Kalk	,726	1,655	1,572	,808	,248
Eisenoxyd (Thonerde)	,005	,036	,053	Spur	Spur
Kiesels. Kali	,090				
Kieselsäure	,022	,018	,025	,37	,206
Thonerde		,011	,02		
Organisches		,079	,107		
Fester Gehalt	1,27	1,9	1,91	2,01	0,57

Faure (*Anal. des eaux du dép. de la Gironde, 1853) untersuchte folgende Flüsse: Garonne, Dordogne, Drot, Isle, Dronne, Ciron, Leyre. Er fand darin:

Chlornatrium	,17 — ,42	
Chlorcalcium	— ,27,	meist 0
Chlormagnesium	— ,14,	nur im Drot
Schwefels. Kalk	,1 — ,36	
Kohlens. „	,22 —1,04	
Kiesels., Thon., Eis.	,1 — ,35	
Organisches	,03 — ,41	
Festen Gehalt	,78 —2,64	in 10000. [2])

Am reinsten ist das W. der Leyre.

*) Die Combinationen wurden umgerechnet.

[[1])] Hier schwefels. Natron.

[2]) Gase. N 78—108, im Mittel 96; O 37— 54, „ „ 46; CO^2 15— 30, „ „ 24 } Z.T. Volumina.

In diese Mittelzahlen sind die 6 Gas-Analysen der Garonne nicht einbegriffen, welche für sich als Mittel ergaben N 97, O 40, CO^2 35. Sonderbar ist es, dass die Mittelzahlen

Er analysirte auch das W. von 13 Bächen der dortigen Gegend; wovon ich die Resultate auszugsweise in folgende Tabelle brachte.

Chlornatrium	,21— ,78;	im Mittel ,5
„ calcium	0 — ,24	„ „ ,11
Schwefels. Kalk	,16— ,42	„ „ ,33
Kohlens. „	,58—1,45	„ „ 1,04
Kiesels. Thon., Eisen	,15— ,35	„ „ ,23
Organisches	,17— ,38	„ „ ,3
Fester Gehalt	1,64—3,04 in 10000. *)	

Die meisten dieser Bachwässer schmeckten kräuterartig oder sumpfig, waren trübe oder etwas gefärbt.

Die Murg bei Baiersborn enthält nur eine Spur von Chlor (Sigwart). Der Bach bei Mühlhausen enthält Chlor 0,018, Schwefels. 0,029, kohlens. Kalk 0,05. Die Donau oberhalb Ulm führt schwefels. Magnesia, der Neckar schwefels. Kalk (Sigwart). Kalksulfat findet sich auch in der Ammer (Schübler) u. in der Saale. In der Themse fand Bennet schwefels. Natron 0,56, schwefels. Kali 0,2, kohlens. Kalk 2,05; freie Kohlens. 0,58. Nitrate entdeckte Pleischl im Moldauwasser, Lippik in der Laibach. Donau, Lech, Günz, Iller, Enz sollen kohlens. Natron enthalten.

Die Mischung des Flusswassers richtet sich sehr nach der Jahreszeit u. der vorhergegangenen Witterung.

Das W. desselben Flusses bietet auch bedeutende Mischungs-Verschiedenheiten an verschiedenen Stellen seines Verlaufes.

So ergab z. B. das W. der Maas nach Chandelon 0,65—2,2 Salzgehalt an 4 verschiedenen Orten, wobei die Verhältnisse der einzelnen Salze grosse Abweichungen zeigten. Das W. von 1 war bei Hocht, von 2 bei Bocholt, von 3 bei Pierre bleue, von 4 bei Arendonck geschöpft; 5, bei Grave entnommen, wurde von Gunning analysirt. Die Combinationen wurden aufgelöst. 1 u. 2 zeigen viel Aehnlichkeit.

In 10000:	1	2	3	4	5
Chlor	,091	,085	,061	,056	,143
Schwefelsäure	,101	,1	,134	,081	,084
Kohlensäure	,744	,679	,267	,159	,32
Kieselsäure	,2	,182	,104	,028	,022 [1])
Natron	,08	,07	,053	,049	,125
Magnesia	,143	,125	,049	,041	,026
Kalk	,827	,759	,363	,231	,428
Eisenoxyd etc.	,05	,05	,024	,023	,005.

[1]) Noch kiesels. Kali 0,09.

Das W. eines Flusses L'Isle im Gironde-Departement verliert auf einem abschüssigen Terrain auf einer Strecke von etwa 9 Kilometer über 1/3 der in ihm gelösten Salze (Fauré). Dieser Verlust betrifft nicht blos den kohlens. Kalk, sondern auch Chlorcalcium, schwefels. Kalk, Chlornatrium u. den organischen Stoff.

In der Nähe des Meeres wird die Mischung des Flusswassers vom eintretenden Salzwasser beeinflusst. An der Dordogne konnte Fauré noch 10 Kilom. von ihrer Mündung in die Gironde diesen Einfluss wahrnehmen, besonders an dem in der Tiefe geschöpften Wasser.

---

für die Gase bedeutend hinter den in §. 23 nach den Untersuchungen vieler Forscher aufgestellten zurückbleiben. Dasselbe gilt für die von Fauré in Bächen u. Teichen gefundenen Gasmengen. Auch wäre es auffallend, wenn, wie er sagt, in den Brunnen dieses Departements das Verhältniss von *N* zu *O* wie in der Atmosphäre im Allgemeinen einträfe. Cf. §. 24.

*) Gase. *N* 102—123 in 10000, Mittel 113 }
O 44— 65 „ „ ; „ 49 } Z.T. des Volumens.
CO^2 20— 30 „ „ ; „ 24 }

§. 81. Feste Bestandtheile des Wassers der Süsswasser-Teiche.

Analysen von Teichen sind selten angestellt worden. Die, welche Fauré von derartigen, im Departement de la Gironde befindlichen W.-Ansammlungen angestellt hat, will ich hier tabellarisch wiedergeben.

Teiche. In 10000 Gr. waren Gr.	Hourtins-Teich	Lacanau-Teich	Cazeaux-Teich	
Chlornatrium	,52	,46	,41	
Schwefels. Kalk	,11	,14	,16	
Kohlens. Kalk	1,19	1,02	1,32	
Kiesels. u. Eisenoxyd	,08	,06	,07	
Fester Gehalt	1,9	1,68	1,96	
N	72	70	74	Zehntausendtel Vol. vom W..
O	24	25	28	
CO^2	19	17	18	

Dergleichen Teiche finden sich in zusammenhängender Reihe auf einem grossen Theile der Küsten des Gascogner Golfs. Wie die vorstehenden Analysen ausweisen, hat ihr W. vom Sandboden nur Minimal-Mengen von Salzen aufgenommen. Sie enthalten nur Spuren organischer Substanz.

Sehr ähnlich fielen die Analysen dreier Lagunen aus; nur dass ein merklicher Antheil organischer Materie vom Boden aus aufgenommen worden war, wodurch das W. bei trockner Witterung eine leichte Färbung u. einen faden, unangenehmen Geschmack bekommt. Lagunen nennt man in dortiger Gegend natürliche, meist kreisrunde W.-Becken, die in verschiedener Tiefe in einem thonigen oder sumpfigen Boden ausgehölt sind. Das W. von 1 war blassgelb, von 2 fade, geruchlos, wenig gefärbt, das von 3 schwach gelb, wenig schmeckend.

In 10000:	1.	2.	3.
Chlornatrium	,42	,34	,48
Schwefels. Kalk	,16	,06	,16
Kohlens. „	,92	,86	,85
Kiesels. u. Eisen	,06	,07	,1
Organisches	,14	,11	,16
Fester Gehalt	1,7	1,44	1,75.

Das von Fauré untersuchte unreine W. mehrerer zur Blutegelzucht benutzten Sümpfe, deren Ausdünstungen sehr ungesund sind, hatte auch nur 2,16 – 2,42 festen Gehalt, worin ausser den eben genannten Salzen noch etwas Chlorcalcium bemerkt wurde; die organische eiweissartige Substanz betrug 0,38 – 0,44.

§. 82. Salzbestandtheile der Süsswasser-See'n.

Wir wissen schon aus §. 13, dass viele Seeen im Salzgehalte sehr niedrig stehen. Die Bestandtheile dieses geringen Gehaltes sind nach Ort u. Umständen verschieden. Gewöhnlich werden Kalk u. Kohlens., wie beim Flusswasser, den grössten Antheil an diesem Salzgehalte haben. Der Laacher See, worin vorzugsweise Natron u. Kohlens. ist, macht eine leicht

erklärliche Ausnahme. Schwefels. fehlte im Grandlieu-See vollständig. Im Géramer-See wurde nicht blos diese, sondern auch Chlor u. Kalk vermisst; er enthielt nur eine Spur eines alkalischen Silicates u. war fast so rein wie destillirtes Wasser.

Süsswasser-Seeen. In 10000 Gr. waren Gr.:	Züricher See. Moldenhauer 1857.	Genfer See. Tingry.	Rachelsee. Höhe 1086 M. Johnson.	Starnberger See. Mendius 1856.	Plattensee. Sigmund 1837.	Grandlieu-See. Bobierre.	Laacher See. Bischof 1832.
Chlor	,006[1]	,067	,009	,008	,008	,134	,109
Schwefelsäure	,091	,36		,003	,18	0	,054
Phosphorsäure			Spur	,004			
Kieselsäure	,03	,01	,025	,014		,06	,03
Kohlensäure geb.	,571	,353	,441[2]	,106	,135	,144	,82
Kali	,032		.123	,025			
Natron	,031		,069	,065	,147	,175	,8
Magnesia	.07	.175		,091	Spur	,034	.1
Kalk	.719	,51	,01	,028	,171	,084	,3
Eisenoxyd			,013	,001	,008	,06 (Eisenoxyd u. Thonerde)	
Thonerde					.049		
Organisches		.06		,156[3]	ca.,35	,13	
Fester Gehalt	1,4	1.52	ca.0,7	0,5	ca.1,	0,79	2,18
Freie CO^2					,29		

§. 83. Art der Mineralisirung der gemeinen Brunnen-Wässer.

Alle Stoffe u. Salze, die in den edlen Wässern vorkommen, finden sich auch in den gewöhnlichen Trinkwässern mehr oder minder häufig in kleinerer, gleicher oder sogar in grösserer Menge vor u. die Mischungen der Trinkwässer bieten fast ebenviel Verschiedenheiten, wie die der M.W. . Eine genauere Betrachtung der mineralischen Bestandtheile der gemeinen W. geschieht in den spätern Artikeln, die über die einzelnen salzigen Bestandtheile handeln. Hier sei nur soviel erwähnt, dass die gemeinen Quell- u. Brunnenwässer gewöhnlich kohlens. oder schwefels. Kalk oder Chlornatrium als vorwaltenden Bestandtheil haben, wogegen kohlens. oder schwefels. Natron oder auch Bittersalz seltener vorkommt. Doch hängt dies viel von der Oertlichkeit ab; an gewissen Orten enthalten die gemeinen W. Glaubersalz, Bittersalz oder Salpeter. Die meisten gemeinen W. enthalten mehr oder weniger Eisen.

[1]) Noch eine Spur Jod.
[2]) Incl. Organisches.
[3]) Incl. Sand.

Süsswasser-Thermen. In 10000:	Landeck. Altes Bad. Fischer 1834.	Pfeffers. Fellenberg 1846.	Daruvar. Wagner 1836.	Johannesbad. Sprudel. Wolf 1838.	Neuhaus bei Cilli. Hruschauer 1847.	Badenweiler. Babo 1854.	Tobelbad. Schrötter 1852.	Topusko. Ragsky.	Gastein. Wolf 1845.	Plombières. Vauqu. Lefort 1860 [5])	Tüffer. Hruschauer.	Schlangenbad. Fresenius 1852.	Wildbad. Nr. 10. Fehling 1859.
Chlor	,051	,32	,026	,02	,013	,088	,189	,257	.287	,063	,657	1,47	1,428
Schwefelsäure	,188	,234	,416	,107	,158	1,257	1,069	,919	1,116	,765	,235	,055	,279
Phosphorsäure	,025	,025		,001								,004	
Kieselsäure	,354	,169	,47	,407	Spur	Spur	,133	,583	,315	,985	,866	,326	,625
Kohlensäure 1. Atom	,2	,774	,91	,917	1,173	,24	1,1	1,117	,273	,193	,181	,219	1,047
Kali	,067	,143	,02	,045	,069	,028	,251		,008	,087		,101	,076
Natron [1])	,36	,28	,247	,28	,124	,436	,611	,207	1,148	1,258	,424	1,322	2,053
Magnesia	,012	,209	,145	,156	,43	,091	,213	,544	,017	Spur	,198	,03	,049
Strontian				,004									
Kalk	,092	,8	,988	,769	,859	,717	1,297	1,299	,267	,103	,238	,183	,423
Manganoxydul			,033						,016				Spur
Eisenoxyd		,009	,05	Spur	Spur		Spur	,015	,067		Spur		,002
Thonerde	,016 [2])	,015	,106 [2])		Spur			,091	,054 [4])			!	,003
Organisches	,217 [3])	,028		,003	Spur	Spur							
Kohlensäure 2. Atom	,2	,774	,91	,917	1,173	,24	1,1	1,117	,273	,193		,219	1,047
„ absorbirte	0	,046	,965	0	1,327	1,6?	?	,73	,065	,069	3,7?	,065	,219

[1]) Alles Natrium wurde auf Natron berechnet.
[2]) Incl. Phosphors. Thonerde.
[3]) Quellsaures Natron.
[4]) Phosphors. Thonerde.
[5]) Nach Lefort haben die Thermen von Plombières 1,08—3,7 festen Gehalt; letztere Zahl betrifft die Vauquelin-Quelle.

§. 84. Mischung einiger Süsswasser-Thermen.

Die chemische Zusammensetzung der edlen W. ist so mannichfaltig, dass eine nur etwas in die Einzelheiten eingehende Besprechung derselben einen grossen Raum einnehmen würde. Viel zweckmässiger schien es, diese Mannichfaltigkeit an einigen, weder durch grössern CO^2-Gehalt noch durch Schwefel deutlich charakterisirten Thermen von sehr geringem festen Gehalte zu versinnlichen. Die auf S. 129 genannten Thermalwässer, alle, mit Ausnahme von Wildbad, 5 Z.T. festen Gehalt nicht erreichend, bieten gleichwohl so viele Verschiedenheiten, dass jedes derselben eine eigene Species darstellt. Während die Landecker (vielleicht etwas geschwefelte) Therme sich kaum durch Kieselsäure u. Natron bemerklich macht, sind Pfeffers, Daruvar, Johannesbad u. Neuhaus durch das Vorwalten von CO^2 u. Kalk, Badenweiler durch Schwefelsäure u. Kalk, Tobelbad u. Topusko durch die Vereinigung von Schwefelsäure, CO^2 u. Kalk ausgezeichnet. Gastein ist vorzugsweise mineralisirt durch Schwefelsäure, Natron u. Eisen, Plombières durch Schwefelsäure, Kieselsäure u. Natron, Tüffer durch Chlor u. Kieselsäure, Schlangenbad u. Wildbad durch Chlor u. Natron. Die genannten Substanzen kommen, Kieselsäure ausgenommen, in den gemeinen Flusswässern in nicht geringeren Quantitäten vor. Derartige stoffarme W., welche gleich reinern Flusswässern keinen dem Geruche oder Geschmacke auffälligen Bestandtheil haben, könnte man als Süsswasser-Thermen (Glycythermae) bezeichnen.

Die Süsswasser-Thermen scheinen auch darin flusswasserähnlich zu sein, dass ihre Mischung mit der Zeit wechselnde Verhältnisse darbietet. Wenigstens stimmen die von verschiedenen Chemikern damit vorgenommenen Analysen gewöhnlich sehr wenig.

§. 85. Auflösung der festen Stoffe im Allgemeinen.

> *Πολλοί φασι τῶν ἀρχαίων φυσιολόγων, τοιοῦτον εἶναι τὸ ὕδωρ δι' οἵας ἂν προρεύηται γῆς.* Aristoteles.

Das vom W. Aufgenommene entspricht seiner Natur u. Menge nach der Beschaffenheit der Erdarten u. Gesteine, womit es in Berührung kommt. Schon auf den Hochalpen zeigt sich die Uebereinstimmung des von den Gewässern Gelösten mit der geognostischen Zusammensetzung des Gebirges. In Quellen und Bächen aus den krystallinischen Schiefern ist die Menge des Gelösten geringer, als in jenen aus Kalk. Der kleine Gehalt des Wassers der Möll, eines Baches der Hochalpen, noch nicht 0,33 auf 10000 betragend, bestand grösstentheils aus Kreide, Kieselsäure, Magnesiacarbonat und Mangan; der eines andern Alpenbaches, der Oetz, noch nicht 0,26 im Ganzen, war meistens aus Eisenoxyd, Kieselsäure u. etwas kohlens. Kalk zusammengesetzt. Das Vorherrschen des Kalkgehaltes im ersten W. u. das des Eisens im zweiten ist durch die Natur des Gebirges bedingt. (Schlagintweit.) Nach den Untersuchungen von Grange nehmen auf talkigem und anthracitführendem Terrain die salzsauren Salze des Natrons und der Talkerde, die schwefelsauren

von Natron, Kalk, Talkerde und Kali auf die ganze Menge von Salz bezogen, ab, sowie die Qu. sich vom Gipfel entfernen. Auf anthracitführendem Terrain werden die schwefelsauren Salze des Natrons, Kalks und der Talkerde viel reichlicher in absoluter Quantität (d. h. im Verhältniss zur Menge des W.) gefunden, als auf talkigem und können 18—37 p. c. der ganzen Salzmenge betragen, während die Chlorverbindungen oft nur 10—16 p. c. ausmachen. Auf kreidigem Terrain nehmen die Chlorüre und schwefelsauren Salze merklich ab, wofür kohlensaure Kalk- und Talkerde eintreten, indem die W. über Dolomitgestein fliessen. Seine Untersuchungen machte er an den Qn. der Gebirge, welche das grosse Thal der Isère einschliessen, wovon die einen dem Systeme der westlichen Alpen angehören und eine Höhe von 3000 Meter erreichen, die andern zur Kreide- und Neocomien-Formation gerechnet werden und bei weitem nicht so hoch sind. (Comptes rendus XXVII, 358.)

Ueber die Reinheit der W., die aus den krystallinischen Gesteinen im Thüringer Walde entspringen, haben wir oben gesprochen. Vgl. Janus 1851.

Der Grad der Löslichkeit der salzartigen Verbindungen in W. ist sehr verschieden; während einzelne derselben nur in geringen Mengen, zu nur wenigen Zehntausendteln der Wassermenge oder gar noch nicht zu Einem Zehntausendtel, vielleicht nur als kaum wieder auffindbare Spuren gelöst werden können, sind andere so löslich, dass sie zur Verflüssigung noch nicht ein ihrem Gewichte gleiches Gewicht W. bedürfen. Absolut unlöslich ist übrigens fast kein Stoff; selbst von den gewöhnlich als unlöslich angesehenen Stoffen oder Combinationen finden sich Spuren in den M.Wässern häufig gelöst.

Ein Theil der festen Stoffe wird durch die Gegenwart anderer festen oder gasförmigen Stoffe löslich oder doch löslicher, als sonst. Unter den gasförmigen Stoffen ist es vorzugsweise die CO^2, welche die Auflösung mehrerer Combinationen im W. befördert. Namentlich sind es die Erdcarbonate (kohlens. Kalk, Magnesia, Eisenoxydul), welche durch Vermittlung der CO^2 sich in W. leichter lösen.

Die CO^2 u. das W. sind auch die vorzüglichsten Mittel aus einem scheinbar total Unlöslichen, z. B. aus manchen Steinen, gewisse Stoffe mit W. ausziehbar zu machen. Der Stein muss aufgeschlossen, seine Cohäsion zerstört werden, ehe er die in ihm vorhandenen löslichen Stoffe an W. abgeben kann. Das W. wirkt besonders dann zersetzend, wenn es durch hohe Wärmegrade unterstützt wird.

Löslichkeit wird in einigen Fällen dadurch vermittelt, dass durch eine chemische Zersetzung andere Combinationen entstehen, als vorher vorhanden waren.

§. 86. Auflösung des unverhüllt vorhandenen Löslichen.

Gewisse Stoffe trifft das W. löslich an, ohne dass das Material, woraus es sie nimmt, noch einer besondern Aufschliessung bedürfte. Dies gilt z. B. sehr häufig von Kochsalz, Gyps, Anhydrit, Glaubersalz, Bittersalz, Alaun, Eisenvitriol, Kali- oder Natronsalpeter, kohlens. Natron, auch zuweilen von Schwefelsäure, Salzsäure, Salmiak, Eisen- u. Kupfervitriol u. dgl. .

Besonders sind es die beiden erstgenannten Salze, die in der Natur in grossen Mengen fertig aufgespeichert liegen. Nicht immer sind sie dann im reinen Zustande vorhanden, sondern oft sind gewisse Schichten nur damit imprägnirt, was namentlich beim Kochsalz vorkommt. Sehr viele M.W. u. wohl die meisten verdanken nun ihre Mineralisirung dem Umstande, dass sie im Innern der Erde oder, was auch geschieht, an der Erdoberfläche mit solchen unverhüllten löslichen Stoffen in Berührung treten.

Dahin gehören namentlich manche gemeinen W., die Kochsalz, Salpeter, Gyps, Glaubersalz, Bittersalz auf ihrem kurzen Laufe antreffen. In manchen Gegenden gibt es wegen des allgemeinen Vorkommens solcher Salze im Boden nur derartig mineralisirte Trinkwässer. Viele Grubenwässer verdanken ihren Gehalt an Kochsalz, Eisenvitriol etc. einfach einer Auflösung der Salze, welche sie auf ihrem Wege in unverhüllter Form vorfinden. Viele Soolwässer, die sogenannten Sinksoolen (z. B. die von Ischl), werden dadurch erhalten, dass natürlich zufliessendes oder künstlich eingeleitetes Salzwasser in Steinsalzgruben verweilt u. dann, mehr oder minder mit Salz gesättigt, durch mechanische Vorrichtungen herausgehoben wird.

§. 87. Erhöhung der Löslichkeit eines Salzes durch ein anderes.

Bei der Gegenwart mehrerer Salze kann das eine Salz eine Wirkung auf die Grösse der Auflöslichkeit des andern haben. Hier treten folgende Fälle ein:

1. W. mit einem bestimmten Salze (z. B. Chlorcalcium) gesättigt, vermag manchmal nichts mehr von einem andern (Kochsalz) aufzulösen.
2. W. mit einem Salze (z. B. Natron- oder Magnesia-Sulfat, salpetersaures Kali) gesättigt, kann noch etwas von einem andern Salze (z. B. Kochsalz) auflösen, wofür es aber von jenem einen Theil unter Temperatur-Erhöhung fallen lässt.
3. W. mit einem Salze (z. B. Salpeter) gesättigt, verändert die Löslichkeit eines andern (z. B. Kochsalz) nicht.
4. W. mit einem Salze gesättigt, löst ein zweites mehr als reines W. dies thut. Dieser Fall ist bei der M.W.-Bildung häufig.

Salpeter wird löslicher, wenn das W. vorher salpetersauren Kalk oder Kochsalz gelöst hat.

Kochsalz löst sich in höherem Grade, wenn das W. Gyps oder schwefels. Thonerde enthält. Selbst spurweise vorhandenes schwefels. Natron verändert die Löslichkeitsverhältnisse des Kochsalzes sehr (Unger).

Gyps wird durch die Gegenwart von Kochsalz viel löslicher. In einer Lösung von unterschwefels. Natron löst er sich zehnmal mehr als in reinem W. (Diehl).

Schwefels. Strontian gewinnt an Löslichkeit durch Chlornatrium, Chlorkalium, Chlormagnesium, Chlorcalcium (Virck). Salmiak u. salpeters. Ammon erleichtern die Lösung von kohlens. Strontian, ebenso die des kohlens. u. phosphors. Baryts. Die Löslichkeit des schwefels. Baryts wird durch Chlormagnesium erhöht.

Kohlens. Magnesia wird durch das Vorhandensein von kohlens. oder schwefels. Natron oder Chlornatrium löslicher als sie für sich ist (Wiggers).

Chlornatrium u. Salmiak erhöhen die Löslichkeit des phosphors. Kalks.

Es ergab sich aus Versuchen, dass quellsaures Natron und quellsaurer Kalk das Vermögen besitzen, eine gewisse Menge kohlensauren Kalks aufzulösen u. vielleicht eine noch grössere Quantität vor der Fällung beim Fortkochen der CO^2 zu schützen (Berzelius).

Wahrscheinlich tritt in vielen derartigen Fällen eine gegenseitige Zersetzung der Salze ein, so dass Verbindungen entstehen, die beide löslicher sind als diejenige, deren Löslichkeit erhöht zu werden scheint.*)

§. 88. Diffusion. Zerstreuung der Salze in Flüssigkeiten. Auflösung mehrerer gleichzeitig dem Wasser dargebotenen Salze.

Vgl. Froriep's Tagesberichte 1850, Nr. 43 (Graham's Versuche).

Die Leichtigkeit der Auflösung der Salze in dem W., womit sie eine Zeit in Berührung sind, geht nicht mit der Grösse der Auflöslichkeit parallel. Die Leichtigkeit, womit sich eine Substanz im W. löst, hängt vielmehr nahe zusammen mit dem Grade der Schnelligkeit, womit sie aus einer Lösnng in eine zweite wässerige Flüssigkeit übertritt und sich in ihr verbreitet, d. h. diffundirt. Nicht alle Substanzen haben nämlich eine gleiche Diffusibilität. Umgibt man ein offenes Gefäss, worin ein Salz gelöst ist, rund um und über der Mündung mit salzfreiem W., ohne eine Erschütterung der Flüssigkeiten zu veranlassen, so geht das Salz jenes Gefässes nach der Natur des Salzes häufig verschieden schnell in die äussere Flüssigkeit über. Kalisalze haben z. B. eine grössere Diffusibilität als Natronsalze. Wenn zwei Salze in dem offenen Gefässe mit einander vermischt werden, so verbreiten sie sich in dem umgebenden W. besonders u. von einander unabhängig, jedes nach seiner spezifischen Zerstreuungsfähigkeit. So verbreiten sich die Natronsalze schneller als die Magnesiasalze aus dem Seewasser in reines Wasser; die Chloride scheiden sich bei der Diffusion von den schwefels. u. kohlens. Salzen u. die Kalisalze von den Natronsalzen ab. Selbst die Bestandtheile eines Doppelsalzes des Alauns trennen sich in der Diffusion, indem das schwefels. Kali sich stärker zerstreut. Es verbreitet sich das eine Salz in die Solution eines andern so geschwind, wie in reinem Wasser.

Die Quantität des diffundirenden Salzes steigt mit der Wärme u. mit dem Salzgehalte der Diffusionsflüssigkeiten. Flüssigkeiten mit 1, 2, 3,

---

*) Margueritte stellte das Gesetz auf: „Wenn durch ein Gemenge zweier Salze, die dem Gesetze der Unlöslichkeit Genüge geleistet haben, sich ein Salz bilden kann, das löslicher ist, als das am wenigsten lösliche der beiden ursprünglichen Salze, so bedingt die Wirkung des Wassers stets eine solche Bildung innerhalb gewisser Grenzen." (Compt. rend. XXXVIII.) Vgl. noch Versuche von Kopp in Annal. d. Pharm. XXXIV, 260 u. von Karsten in Annal. d. Chem. u. Pharm. XLI, 318.

4 Prozent Salz zerstreuen in einem gleichen Zeitraume (in 8 Tagen) auch Salzmengen, die sich wie 1 : 2 : 3 : 4 verhalten.

Nach den Versuchen von Graham diffundiren die Salze, wenn man von ihnen gleiche Gewichtsmengen gelöst hat, in Quantitäten, die sich zu der vom Kalihydrat diffundirenden Menge, diese zu 100 angesetzt, verhalten

bei Chlorkalium oder Salmiak oder salpeters. Kali oder salpeters. Ammoniak wie 72,37,

bei salpeters. Natron wie 57,73, bei Chlornatrium wie 53,5,

bei schwefels. Kali, schwefels. Ammoniak, kohlens. Kali, essigs. Kalk wie 50,

bei schwefels. Natron (wasserleerem?) wie 40,83,

bei schwefels. Magn., schwefels. Zink (auch schwefels. Kupfer?) wie 25.

In einer 11″ hohen Röhre hatten sich selbst nach 6 Monaten aus der untern mit Chlornatrium und zweifach kohlensaurem Kalk versetzten Lösung diese beiden Salze noch nicht gleichmässig vertheilt. Nach oben zu fiel in 4 Schichten der Gehalt an Chlornatrium von 23,99 auf 21,91 und der an zweifach kohlensaurem Kalk von 0,42 auf 0,1. Diese von Graham angestellten Versuche sind in Bezug auf die Aufnahme der Salze seitens des Meteorwassers sehr lehrreich.

Das Meteor-W. kommt nämlich, wie zu vermuthen ist, auf seinem unterirdischen Laufe mit vielen grösseren und kleineren stillstehenden salzigen W.-Massen in Berührung und nimmt aus denselben die Salze durch Diffusion auf. In den vielen Spalten und Höhlungen der Gesteine bilden sich mehr oder weniger concentrirte Lösungen von Salzen, die nicht direkt zum Abfluss gelangen, sondern die nach oben zu an eine grosse, wenig bewegte und weniger salzige W.-Masse angrenzen. Auch dieses weniger salzreiche intermediäre W. bildet vielleicht noch nicht die Quelle, sondern ein darüber wegfliessender Strom von Meteor-W. jüngeren Datums. Dieses Meteor-W. nimmt nun während der kürzeren oder längeren Zeit, dass es über dem ruhenden intermediären W. wegfliesst, Salze und Gase durch Diffusion an. Die diffundirte Salzmasse kann also nun verschieden von der ursprünglich in den Spalten und Klüften gelösten sein. Das weniger diffundirende Salz bleibt im W. der Spalten zurück und wird darum auch wieder weniger aus den Gestein- u. Erdschichten gelöst.

Als eine Wirkung der Diffusion ist wohl die Verschiedenheit mehrerer eng zusammenhängenden Qu. in demselben Quellgebiete anzusehen. Es ist nämlich anzunehmen, dass Quellen, die nahe nebeneinander entspringen und in ihrer Temperatur und in ihren Salzen überhaupt sich ähnlich sind, die sogar mit einander in mechanischem Zusammenhange stehen, ursprünglich von derselben Bildungsstätte ausgehen. Solche Qu., die von derselben Bildungsstätte ausgehen, zeigen nun aber doch mehr oder minder grosse chemische Differenzen, die man theilweise dadurch erklären kann, dass man annimmt, dass von einem Reservoir in kleinerer und grösserer Entfernung von der Auslaugestätte verschiedene Aeste ausgehen, und dass diese Aeste durch Diffusion mehr oder weniger Salze und Gase von dem ursprünglichen, stark mineralisirten Wasser aufnehmen.

Etwas Aehnliches wie bei der Anschwängerung der Mineralquellen mit Stoffen geht vor, wenn Regen-W. über einer salzreichen Flüssigkeit, z. B. Meer-W., gelagert ist. Brachte Graham den Inhalt einer Flasche mit Meer-W. in Berührung mit destillirtem W., so diffundirten in einer gewissen Zeit von 6 % Magnesia des Salzgemisches nur 4 %. Man kann daraus ermessen, woher es kommt, dass die Analysen des W. vom todten Meere so sehr von einander abweichen. Dieses Meer sinkt im Laufe des Jahres um 10—12 Fuss und bedeckt sich in der Regenzeit mit einer Regenwasserschicht von derselben Stärke, ohne dass das untere Fluidum, dessen spez. Dichte ungefähr 1,2 ist, stark bewegt würde. Die Salze diffundiren nun von unten in die Regenwasserschicht, welche die Chloride leichter als die schwefelsauren Salze aufnimmt, mehr oder minder stark.

Wo die Bewegung der Wassermassen selbst nicht hinzukommt, geschieht die Vermischung zweier durch ihren Mineralgehalt verschiedenen Flüssigkeiten durch Diffusion vollständig erst mit der Länge der Zeit. Die salzarme Flüssigkeit nimmt nur langsam von einer salzigen, unter ihr befindlichen die Salze auf. Die Alten wussten dies sehr wohl; sie hatten beobachtet, dass das süsse W. sich längere Zeit auf der Oberfläche des salzigen schwimmend erhält. Ovid (IV, 10) spricht von einer solchen in der Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes begründeten Erscheinung:

Innatat unda freto dulcis, leviorque marina est,
Quae proprium mixto de sale pondus habet.

Wenn Jemand in Afrika nahe am Meere gräbt, so bekommt er anfangs süsses, aber bald salziges W., nach Aristoteles Meinung, weil das Erdwasser, je länger es verweilt, um so mehr vom Meere annimmt. Das Meer habe, meinte er, etwas Süsses in sich, was leichter in die Erde hineingehe (hineinschwimme) als das schwere Salz. — Die Vogelinsel ist nach Labat's Beschreibung (Voy. aux Jles d'Amer. VI, 375) sandig; sie hat weder Flüsse noch Brunnen, sondern nur salziges W. u. eine Menge kleiner See'n. Ueberall aber, wo man ein Loch von 6—8′ macht, findet man W., welches anfangs süss u. trinkbar, aber nach ¼ Stunde schon salzig ist. Eine ältere Schrift (Petr. Mart. Summ.) spricht von einer Insel der neuen Welt (Hispaniola provincia Caizimu), mit einer Qu., die oberflächlich Trinkwasser, in der Mitte salziges, unten ganz bitteres W. bietet. Es scheinen dort, wie man aus akustischen Erscheinungen schliessen will, grosse Höhlen unter der Erde zu sein. — „In Mileto unus fons, cuius fluentis aquae superiores dulcissimae, salsedine inferiores tinguntur" (Aristobul. Cassand.). — Ein ähnliches Phänomen hat gewiss zu einer Notiz bei Plinius (XXXI, 10) Veranlassung gegeben. „Mirum in lacu Ascanio et quibusdam circa Chalcida fontibus, summas aquas dulces esse potarique, inferiores nitrosas."

„Auf der Westseite ist die Stadt Kurrachee (Karatschi, in Sind) durch das breite tiefe Flussbett des Liari begrenzt, der aus den Gebirgen von Beludschistan herabkommt, jedoch nur fliessendes W. enthält, wenn es in den Lukki-Gebirgen stark regnet, was höchst selten der Fall ist. Dieses trockene Flussbett ist für die Stadt von der grössten Wichtigkeit, da wegen der Nähe des Meeres sonst nirgends süsses W. zu finden ist. Die Sindhis graben in demselben Löcher von 5—8 Fuss Tiefe, bis sie auf W. stossen, das jedoch, wie es zufliesst, ausgeschöpft werden muss, denn sobald es längere Zeit steht, wird es salzig u. ungeniessbar. Auf diese Weise ist das Flussbett des Liari wie ein Sieb mit Löchern durchbohrt; da die alten Löcher, wenn sie einige Zeit im Gebrauch gewesen sind, wieder zugeworfen werden müssen." (Ausland 1862.)

Der umgekehrte Fall, der in andern Verhältnissen seine Erklärung findet, ist viel seltener. Strabo (c. 16) erwähnt einer ganz salzigen, aber viel bewohnten Insel nicht weit von Laodikea mit einem Brunnen, aus dem man zuerst salziges Meerwasser, dann süsses W. schöpfen könne. Hier musste das Salzwasser im Gleichgewicht mit einer Süsswasseransammlung stehen, u. zwar vermittelst einer

beschränkten Communication, welche eine völlige Vermischung beider W. nicht erlaubte.

Manche Salzwässer, die in der Nähe des Meeresufers entspringen, sind in ihrer Mischung einem verdünnten Meereswasser sehr ähnlich, z. B. das Schwefelwasser von Sandefjord im südlichen Norwegen, die Soolwässer von Doberan u. Kolberg, das ebbende u. fluthende Thermalwasser von Montfalcone in Illyrien. Für mehrere von solchen Wässern wird wohl die Erklärung statthaft sein, dass sie aus einem mit Meteorwasser vermischten Meerwasser entstehen oder aus süssem W., das durch Diffusion Salze vom Meerwasser annahm.

Die Diffusibilität soll sich nicht nach den Aequivalentzahlen richten, sondern ganz eigenen, noch wenig bekannten, aber einfachen Gesetzen folgen, u. sich bei den verschiedenen Salzen (oder vielmehr bei gewissen Gruppen von Salzen, da mehrere Salze eine gleiche Zerstreuungsfähigkeit haben) wie die Quadratwurzeln gewisser einfachen Zahlen verhalten. *)

Die Auflösung mehrerer gleichzeitig dem W. dargebotenen Salze geht also nicht gleichmässig schnell und eben stark vor sich. Bischof sagt darüber Folgendes: »Die relativen Verhältnisse, in welchen je zwei oder mehrere Salze von sehr ungleicher Löslichkeit vom W. aufgelöst werden, wenn entweder jene nicht in der zur Sättigung erforderlichen Menge vorhanden sind, oder dieses nicht so lange mit den Salzen in Berührung bleibt, dass Sättigung eintreten kann, mögen sich, je nach verschiedenen Umständen, gewiss sehr modifiziren. Einfluss werden darauf haben: Die relativen Verhältnisse der Salze, welche mit dem W. in Berührung kommen, die längere oder kürzere Dauer der Berührung, die grössere oder geringere Menge des W., die Temperatur desselben, da bei einem Salze die Löslichkeit mit der Temperatur in einem grössern Verhältnisse, als bei einem andern zunimmt; und endlich der Umstand, dass die Gegenwart eines Salzes die Auflöslichkeit eines andern vermehren oder vermindern kann.« Wurde eine innig gemengte Mischung von gleichen Theilen Gyps und Bittersalz mit W. benässt, so dass es langsam durchtröpfelte, so enthielt die Lösung 203 Z.T. Bittersalz und nur 3,9 Z.T. Gyps. Ersteres war noch nicht $^{1}/_{15}$ der Menge, welche das W. hätte lösen können, das zweite aber schon $^{10}/_{56}$ derselben. Wären aber Gyps und Bittersalz dem W. in dem Verhältnisse ihrer

---

*) Es kann hier die Frage aufgeworfen werden, ob in einigen M.-Wässern die Aufnahme der Salze derartig geschieht, dass in den gelösten Mengen sich die Gesetze der Diffusion abspiegeln. Diese Frage scheint nicht bejaht werden zu können. Da die Diffusionswerthe von schwefels. Natron oder von schwefels. Magnesia sich wie 100 : 61,2 verhalten, so suchte ich, ob dieses Verhältniss bei den vielen Bitterwässern von Ofen wiederkehrte; ich fand aber unter den Analysen von 10 Brunnen nur 2, worin sich verhielten:

Schwefels. Natron 81,43 u. 79,65 zu
" Magnesia 48,85 u. 51,03 oder

durchschnittlich wie 100 : 62. Im Gegentheile steht öfters der Gehalt an schwefels. Magnesia in den Bitterwässern höher; so hatte z. B. das von Struve untersuchte püllna'er W. ausser Chlornatrium 31,2 u. dem schwefels. Kali noch

schwefels. Natron 123,3,
" Magnesia 156,5.

Wenn hier 122,4 schwefels. Natron auf 150 schwefels. Magn. kämen, so wäre dies ein Verhältniss von einem Diffusionswerth von jenem auf 2 solche von dieser. Das birmensdorfer W. bietet etwa 1 Diffusionswerth von jenem auf 6 von dieser.

Löslichkeit dem W. geboten worden, so würde wohl schwerlich der Gyps in Bezug auf das Bittersalz überwogen haben.

§. 89. Beschränkung der Löslichkeit durch chemische oder mechanische Verbindung.

Die meisten unorganischen Verbindungen bezwecken gewissermaassen die Bildung von solchen Combinationen, die weniger löslich sind (oder wenigstens Einer Combination, die unlöslicher ist), als die vor dem Austausch der Bestandtheile vorhandenen. Selbst die vom W. leicht löslichen Salze können durch gewisse Verbindungen für die Auflösung weniger zugänglich werden.

Die Hydratisirung eines Salzes kann schon die Auflöslichkeit vermindern. So ist der Kieserit (MgO, SO^3+3 HO) eine durch Schwerlöslichkeit ausgezeichnete schwefels. Magnesia.

Obwohl gewöhnlich die Löslichkeit eines Salzes um so grösser ist, je mehr der Säure-Antheil vorherrscht, ist doch das doppelt kohlens. Natron unlöslicher als das alkalischere einfach kohlens. Natron.

Häufiger ist die Verbindung zweier Salze Ursache, dass eines derselben aus dem leichtlöslichen Zustande in den schwerlöslichen übergeht. Borsaures Natron ist leicht löslich, dagegen ist der Boronatrocalcit, (NaO, 2 BO^3+2 Ca O, 3 BO^3+10 HO) in kaltem W. unlöslich, in heissem schwerlöslich. Das ziemlich leicht lösliche Chlornatrium, ja die zerfliesslichen Verbindungen von Chlor mit Calcium u. Magnesium sind Bestandtheile einiger im unzersetzten Zustande im W. unlöslichen Mineralien. So ist der Sodalith eine Verbindung von Na Cl mit Kiesels., Natron, Thonerde, der Chlorapatit eine solche von Ca Cl mit Phosphors. u. Kalk, der Boracit eine von Mg Cl mit borsaurer Magnesia.

Die Ausscheidung des Magnesia-Kali-Sulfates aus den Mutterlaugen des Seewassers u. der Salzsoolen zeigt an, dass diese Verbindung (KO, SO^3+MgO, SO^3+6 HO) weniger löslich ist, als schwefels. Kali u. schwefels. Magnesia für sich. Interessant ist auch das Doppelsalz KO, SO^3+CaO, SO^3+HO wegen seiner geringen Löslichkeit.

Aehnliche Verbindungen sind die in der Natur vorkommenden Polyhalite (KO, SO^3+MgO, SO^3)+2(CaO, SO^3+HO), Gyps mit zwei leichter löslichen Sulfaten verbunden.

Aus einer wässrigen Lösung von kiesels. Natron schlägt eine Auflösung von Kalkbicarbonat ein Doppelsalz aus kiesels. Natron u. kohlens. Kalk nieder. (Der Davyn oder Cancrinit ist eine solche Verbindung.)

Sehr oft wird auch durch die Fällung einer Verbindung ein ihr fremder für sich löslicher Bestandtheil aus der Lösung gleichsam mitgerissen u. dann hartnäckig festgehalten, so dass er vom W. nur schwer ausgezogen wird.

So fand Ludwig, dass aus kiesels. Kali durch Chlorammonium gefälltes Kieselerdehydrat hartnäckig etwas Kali u. auch etwas Ammoniak

zurückhielt. Auch die aus kiesels. Kali mit Salzsäure gefällte Kieselerde hält etwas Kali gern zurück. *)

§. 90. Durch Umwandlung löslich gewordene Stoffe.

Einfache Erdcarbonate werden löslich, indem sie zu Bicarbonaten werden durch hinzugetretene Kohlensäure. So geht am gewöhnlichsten die Auflösung des kohlens. Kalkes u. der kohlens. Magnesia vor sich. **)

Wenn das in Kalksteinen befindliche kohlens. Eisenoxydul sich oxydirt, so gibt es seine Kohlensäure an den Kalk ab, wodurch zweifach kohlens. Kalk entsteht, der vom W. gelöst werden kann. Schafhäutl in Neu. Jahrb. f. Mineral. 1846, 664.

Aus dem Natron-Silicate der Gesteine bildet die zutretende Kohlensäure Natroncarbonat, aus Kalk-Silicat Kalkcarbonat, welche Carbonate dann gelöst werden können.

Häufiger ist der Fall, dass sich durch gegenseitige Zersetzung zweier Salze ein neues bildet, welches vom W. aufgenommen wird.

Der Gyps kann auf Silicate zersetzend wirken. »Ein Pfund geschlemmter Klingstein, der also schon den grössten Theil seiner im W. lösbaren Salze verloren hatte, gab mit Gyps zersetzt an W., mit dem er 8 Tage hindurch warm digerirt wurde, nahe eine Unze wasserfreies Glaubersalz ab.« Struve Künstl. M.-W. 1826. »Die Hauptstoffe zur Bildung der in den Bitterwässern enthaltenen Salze sind: Gyps, kohlens. Kalk, verwitterter Klingstein u. verwitterter Basalt. Wird dieses Gemenge von W. durchdrungen, so tritt die Schwefels. des Gypses an das Natron u. die Magnesia der Natron- u. Magnesia-Silicate, u. indem auf der einen Seite schwefels. Natron u. schwefels. Talkerde entstehet, so bilden sich auf der andern neue Kalk-Silicate«. Ibid. Diese Zersetzung erklärt sich nach dem Gesetze, dass durch Austausch der Bestandtheile wo möglich immer ein unlöslicheres Salz sich zu bilden strebt, als vorhanden ist. Kalk-Silicat ist fast total unlöslich; u. immerhin unlöslicher als Gyps; das Bestreben ist also da, Kalk-Silicat zu bilden, dessen Entstehen die Combination der Schwefels. mit dem Natron oder der Magnesia bedingt. — Wenn Gyps mit kohlens. Magnesia zusammenkommt, entsteht das weniger lösliche Kalkcarbonat u. daneben schwefels. Magnesia. Wiggers fand, dass, wenn er kohlens. Magnesia mit Lösungen von Chlorcalcium oder schwefels. Kalk behandelte, aller Kalk als kohlens. Kalk gefällt wurde, während Chlormagnesium oder schwefels. Magnesia in Lösung blieb. — In allen solchen Fällen geschieht also keine vollständige Lösung beider

*) An die organische Substanz lebender Organismen bindet sich das in fast allen mineralischen Verbindungen leicht lösliche Jod so gern, dass Thiere u. Pflanzen der Wässer, worin nicht so viel Jod ist, als zur Nachweisung desselben bei einer kleineren W.-Menge nöthig ist, dennoch in bedeutender Menge das Jod enthalten.

**) Nach Hiller's Ansicht ist nicht das Calcium-Bicarbonat löslich, sondern Calcium-Hydrium-Carbonat, dessen Formel $Ca\,H\,CO_3$ ist; wobei noch zu beachten, dass das Mischungsgewicht von C zu 12, von O zu 16 angenommen u. der neutrale kohlens. Kalk $Ca_2\,CO_3$ geschrieben wird. Die CO_2 heisst bei ihm Carbondioxyd.

Bestandtheile, die das schwerlösliche Salz zusammensetzen, sondern vorzugsweise eine Lösung der einen Hälfte desselben in einer neuen, leicht löslichen Verbindung. Vgl. §. Schwefelsaure Magnesia u. §. 91.

Die Stelle von Gyps kann auch Eisensulfat vertreten, das sich etwa aus Schwefeleisen gebildet hat. Das auf manchem Talkschiefer, z. B. der schweizer Alpen, vorkommende unreine Bittersalz (Gletschersalz) ist ein Produkt zersetzten Pyrits (Eisensulfids) u. des im Gestein vorhandenen Magnesiaglimmers.

Nach Hünefeld (Horn's Arch. f. med. Erfahr. 1826) zerlegte eine Lösung von Salmiak Kreide in ziemlich kurzer Zeit u. kohlens. Magn. wurde bei 1—2stündiger Digestion mit Salmiaksolution fast ganz aufgelöst; es wurde hier wohl Chlorcalcium u. Chlormagnesium gebildet. Zwei Gramm Gyps wurden durch 10stündiges Kochen mit Salmiak-Solution vollständig (?) zersetzt. Flussspath, mit verdünnter Salmiaklösung 8—12 Stunden gekocht, wurde (wie viel?) gelöst. Sowohl neutraler als basischer phosphors. Kalk wurde durch Kochen mit Salmiaksolntion zersetzt, der neutrale in $^1/_2$—2 Stunden, der basische in 2—3 Stunden; den gelösten Kalk wies dann Oxalsäure nach. Wir werden die Wichtigkeit der Ammonium-Salze bei der Auslaugung später kennen lernen.

§. 91. Auslaugung bittersalzhaltiger Mergel und Thone.

Τὰ μὲν γλυκέα, τὰ δὲ πικρά, τὰ δὲ ἁλμυρά . . . ἔξωθεν ταῦτα ἐκ τῆς ὑποκειμένης γῆς τῷ ὕδατι συμβέβηκε.
Schol. ad Platon. Timaeum.

In vielen Gesteinen ist Magnesia-Sulfat enthalten oder es sind doch die Elemente zu seiner Bildung vorhanden; man sieht dies daran, dass aus derartigen Steinen Bittersalz ausblüht. Besonders gibt es aber manche Mergel *), die reich an Magnesia befunden worden sind. Darunter gehört vorzüglich ein Mergellager zu Saidschitz in Böhmen, einem Dorfe an der südwestlichen Grenze des böhmischen Mittelgebirges, bekannt durch sein Bitterwasser. Im ganzen Thale von Saidschitz findet sich Bitterwasser, das meistens gelbbraun u. eckelhaft ist. Ausser Basalt, Basalttuff, Quadersandstein u. Braunkohle trifft man in dortiger Gegend einen bläulichgrauen Thonmergel. Die Bitterwasser-Brunnen — man zählt deren einige 24 — gehen alle bis in diesen Mergel u. haben 9—20′ Tiefe vom W.-Spiegel an. Diese Brunnen füllen sich nach u. nach mit W., das um so mehr Bestandtheile erlangt, je trockener die Jahreszeit ist, u. je länger das W. in den Gruben stehen bleibt. Der im Mergel vorfindliche Basalt macht es wahrscheinlich, dass jener ein Zersetzungs-Produkt von verwittertem Basalt mit Quarzsand u. kohlensaurem Kalk sei. Der geschlemmte Mergel enthielt in einer Probe vorzugsweise Kieselerde 54,6 %, kohlens. Kalk 25,7, Thonerde 7,4 u. Eisenoxyd 5,9;

*) Mergel nennt man Kalkstein oder Dolomit mit bedeutendem Thon-Gehalte u. Beimengung von Quarzsand u. Glimmerschiefer. Man unterscheidet bituminösen Mergel, Kalk-, Dolomit- u. Glaukonit-Mergel.

der Rest bestand aus Kalk 1,86 mit etwas schwefels. Kalk 0,3, Magnesia 1,4, Kali 1,5, Natron 1,2. Aehnliche Verhältnisse walten ob bei den Bitterwasser-Brunnen zu **Püllna** (zwischen Teplitz u. Karlsbad), wo auch wohl 24 Brunnen von 6—9′ Tiefe gegraben sind u. zwar durch gelben und graublauen Thonmergel bis zu einem blauen Thonmergel, worunter Braunkohle liegt. Ganz nahe bei den Brunnen sind Basalthügel. Der Thonmergel enthält Nester von Salzen. Das einsickernde Regenwasser nimmt nun von diesen Salzen auf u. zwar nicht immer ebenviel. Es fand z. B. Trommsdorff 1820 141 Z.T. Schwefelsäure, Struve 1826 177 SO^3, Barruel 1828 175 SO^3, Ficinus 1837 ca. 104 SO^3 im **püllnaer** Wasser. Nach dem Schneeschmelzen schöpft man die Brunnen aus, weil dann das W. zu verdünnt ausfällt u. wartet die Klärung u. gehörige Concentration ab. Im **saidschitzer** W. traf Steinmann 104, Berzelius 118 Z.T. SO^3.

Struve hat sich nun durch Versuche überzeugt, dass man durch einfache, im Kleinen angestellte Auslaugung des Mergels zu Saidschitz ein ähnliches M.-W. erhält, wie die dortigen Brunnen darbieten. Ebenso gibt der püllna'er Lehm, der seine Entstehung ausser dem Basalte auch dem Klingsteine verdanken soll, ein Bitterwasser, das dem von den Brunnenbesitzern erlangten ähnlich ist. Zu dieser Auslaugung nahm er 4 Pfund aus einem eben gegrabenen Brunnen genommenen Mergel u. liess 6 Pf. **destillirtes** W. 3 Tage lang darüber stehen. Vom püllna'er Lehm nahm er 6 Pf. auf 9 Pf. Wasser. Auch stellte er ähnliche Versuche unter Anwendung einer höhern Wassersäule an, jedoch ohne Hinzuziehung grösserer Mengen von CO^2. Die Wassersäule war beim Versuche mit Mergel 28″, beim Lehm 84″ hoch. Er fand nun die unter II, III, V u. VI verzeichneten Salze in 16 Unzen W., die, wenn man sie mit den von ihm in den bezogenen Bitterwässern (I u. IV) gefundenen Salzen vergleicht, kaum zweifeln lassen, dass die natürliche Anschwängerung des W. in derselben Weise vor sich geht, wie in den Experimenten. Besonders auffällig ähnlich zeigt sich das natürliche und das künstliche püllna'er W., wenn man die Werthe des künstlichen, um für die zu kurze Dauer des Experimentes gegen den natürlichen Verlauf einen Ersatz zu bieten, mit 7 multiplicirt (V b). *Struve, Künstl. Mineralwässer, II, 1826.

In 1 Pfunde Wasser:	Saidschitz			Püllna			
	I Natürliches Bitter-W.	II Mergel-Auszug.	III dito unter Druck.	IV Natürliches Bitter-W.	V Lehm-Auszug.	V b	VI dito unter Druck.
Salzsaure Magnesia	1,6	2,	3,6	19,7	3,	20,9	19.1
Schwefels. Kali	4,9	,8	1,	4,8	,9	6,6	4.8
„ Natron	23,5	9,4	11,4	123,8	17,8	124,5	90,3
„ Magnesia	83,1	16,	25,6	93.1	13,8	96.5	65.9
„ Kalk	1,5	5,	11,9	2,6	9,4	65,8	12,9
Kohlens. Magnesia	1.1	,2	unbe-	6,4	unbe-		
„ Kalk	6.8		rück-	,8	rück-		
Kieselerde	,1	,3	sichtigt.	,2	sichtigt.		

Die im natürlichen W. vorkommenden Spuren von Strontian, Eisen, Mangan, Thonerde, Phosphorsäure wurden nicht im künstlichen W. gesucht; die salpeters. Magnesia (im püllna'er W. 7,9) in dem Auszuge nicht gefunden.
Die Zahlen sind abgekürzt mitgetheilt.

§. 92. In kalkigen u. kieseligen Gesteinen und in Thonarten vorhandene lösliche Salze.

Die meisten Mineralien enthalten bedeutende Mengen von Kali, Natron, Magnesia, Kalkerde u. Eisenoxydul oder Eisenoxyd. Die absoluten u. relativen Verhältnisse dieser Stoffe wechseln aber sehr, selbst in derselben Gesteinsspecies. Diese alkalischen u. erdigen Basen pflegen grösstentheils an die Kieselsäure oder an CO^2 gebunden zu sein u. würden im Allgemeinen mehr oder minder unlöslich sein, wenn sie nicht mit Chlor oder Schwefelsäure (was die Alkalien betrifft, auch mit CO^2) vereinigt wären. Noch vor wenigen Jahren war man aber auf die Gegenwart von Chlor u. Schwefelsäure minder aufmerksam, als auf die basischen Stoffe. Seitdem hat sich nun gezeigt, dass diese die Löslichkeit bedingenden Substanzen gar nicht selten in den Mineralien vorhanden sind, obwohl sie auch oft fehlen u. überhaupt selten in den Prozentwerthen auftreten, wie die basischen Stoffe.

Es mag genügen, hier die Zusammensetzung eines ziemlich einfach gemischten Minerales vor Augen zu führen.
Ein röthlicher Feldspath enthielt nach G. Struve (Annal. 3. H. 1842)

Kali	7,636 *)	Chlor	,143
Natron	2,563	Schwefelsäure	1,970
Magnesia	,779	Phosphorsäure	,387
Kalk	,455	Kieselsäure	66,775
Eisenoxyd	,222	(Glühverlust	,520).
Thonerde	18,559		

Ueberhaupt scheinen fertig gebildete lösliche Combinationen in manchen Steinen nicht selten zu sein, wie dies besonders aus neuern Analysen hervorgeht. In 13 Stücken von Muschelkalk wurden von Schramm gefunden für 10000 Theile des Gesteins:

Chlornatrium	Spur	bis	6,3
» kalium	»	»	3,8
Kohlens. Kali	13,3	»	30,4
» Natron	18,9	»	62,1
Phosphorsäure	0	»	17,6 Theile,

ferner in 5 Stücken der Keuperformation (I), in 5 Mineralien aus dem schwarzen Jura (II), in 2 Mineralien aus dem braunen Jura (III), in 7 Stufen aus dem weissen Jura (IV), in 2 Süsswasserkalken (V u. in 2 Varietäten Kalktuff, worunter der von Kannstatt, VI) Mengen bis:

	I	II	III	IV	V	(VI)
Chlornatrium	1,46	3,66	Spur			
» kalium	,9	3,		18,8	6,7	
Kohlens. Kali	25,9	18,5	20			12,2
» Natron	42,3	35	23	25,6	3,4	27.

*) Also fast genau 2 Mischungsgewichte Kali auf 1 M.G. Natron u. ½ Magnesia, 1/10 Kalk. Doch kommen in andern Fällen alle möglichen Proportionen vor; bald ist Kali, bald Natron in Uebergewicht; letzteres freilich seltener.

In allen Kalkarten kommen also Kali u. Natron, seltener als Chlormetalle, meistens an Kohlens. gebunden, vor, während Schwefels. nur dann spurweise zu entdecken war, wenn gewöhnlicher Kalk zu mehreren Pfunden mit W. ausgekocht worden war. Die Alkalien machen im Allgemeinen 10—30 Z.T. des Gesteins aus u. zwar so, dass durchschnittlich 16 kohlens. Natron auf 10 Th. kohlens. Kali kommen. Auch Faist wies durchgängig in vielen Mergelarten u. Kalksteinen einen Gehalt an kohlens. Alkalien nach. Häufig waren 10 u. mehrere Theile Alkali-Carbonate auf 10000 Th. des untersuchten Minerals; in mehreren Kalken stieg dieser Gehalt wohl auf 70—80—190 Z.T., ja in einem mergeligen Muschelkalk auf 277—293 Z.T. kohlensauren Alkalis. Vgl. Journ. f. prakt. Chem. XLVII, 440—448.

Ueber den Gehalt der Mergel an Magnesia, Schwefelsäure etc. s. §. Schwefelsaure Magnesia u. §. 91.

Einige Steinarten u. manche Bodenarten enthalten Jod in löslicher Form. Vgl. den §. über Jod.

Chlornatrium, Chlorkalium u. schwefels. Alkalien finden sich in den Graniten von Karlsbad, wahrscheinlich auch in denen von Warmbrunn u. dem Schwarzwalde; Chlornatrium in Verbindung mit Chlorcalcium in den Feldstein-Porphyren bei Münster am Stein u. den Graniten von Heidelberg. Schweizer erhielt Chlorkalium aus dem Porphyr von Kreuznach ohne Beihülfe von CO^2 mit blossem W. (Poggend. Annal. LI, 29).

Aus Thonschiefer hatte schon Struve Chlorkalium ausgezogen.

Die Laven enthalten Kali u. Natron; in den Leuciten geht der Gehalt an ersterem bis zu $^1/_5$ des Ganzen. Die Lava des Vesuvs am 26. Febr. 1822 enthielt Chlornatrium, wenig Chlorkalium u. Gyps, an auflöslichen Theilen bis 930 Z.T.. Andere vulkanische Gesteine enthalten Salzsäure, wie die von Puy de Dome 5,3, die Trachyte vom Drachenfels 45, die Lava von Monte nuovo 68, die Piperine von Pianura 15, die Lava des Arso auf Ischia 56, der Bimstein der Insel Pantellaria 70 Z.T. (Abich). Die Lava des Vesuvs von 1794 bedeckte sich wenige Tage nach ihrem Ausbruche mit Kochsalzkrystallen. Die Spalten der Lava von 1791 auf der Insel Bourbon waren mit krystallisirtem Kochsalze überzogen.

Für die Theorie der M.-W.-Bildung aus harten Steinen sind die von Sorby in jüngster Zeit an vielen Mineralien beobachteten mikroskopischen Poren in so fern von Wichtigkeit, als sie den Zutritt des die Verwitterung u. Auflösung einleitenden W. erleichtern müssen u. weil sie auch meistens eine Salzsolution, besonders von Chlorkalium u. Chlornatrium schon enthalten, deren Salze auch nicht selten in mikroskopischen Krystallen ausgeschieden sind. Die eigentlich vulkanischen oder rein pyrogenen Mineralien enthalten in ihren Poren niemals eine wässerige Flüssigkeit, während dies in den Bestandtheilen der Granite u. Porphyre sehr gewöhnlich der Fall ist. In den Gemengtheilen der älteren pyrogenen Gesteine, wie der Basalte u. Dolerite, kommen Poren vor, deren Inhalt, in Folge späterer hydrochemischer Einwirkungen, gewöhnlich mehr oder weniger verändert ist.

Die sedimentären aus der Zersetzung der Gesteine hervorgegangenen Formationen pflegen weniger reich an löslichen Salzen zu sein; doch gibt es

auch viele, mit solchen löslichen Stoffen, namentlich mit Kochsalz imprägnirten Sedimente.

Ein von Klaproth (Syst. d. Ch. par Thomson III, 503) analysirter Thon enthielt, z. B. ausser Kiesels., Thonerde, Kohle (1965 Z.T.), Eisenoxyd, Schwefel, Magnesia, W. (1100 Z.T.)

Chlorkalium		50
Schwefels.	Kali	150
»	Kalk	150
»	Eisen	180 Z.T.

Ein von Schafhäntl analysirter Thon enthielt Kochsalz 106 Z.T. (Berzel. Jahresber. 1846).

Bei einem von Dr. Wings angestellten Auslaugungsversuche, wobei ein dem aachener Sande angehöriger Thon nach dem Trockenen mit der doppelten Menge destillirten W. während 12 Stunden etwa auf 70° erwärmt wurde, ergab das Filtrat 4,9 Z.T. in Lösung, wovon schwefels. Natron 2,8, Organisches 0,9 waren.

Vgl. die §§. über Kali u. Natron.

§. 93. Versuche über die Aufschliessung der Gesteine durch Wasser für sich oder in Verbindung mit Kohlensäure.

Resolutaque tellus
In liquidas rarescit aquas. Ov. Met. XV.

Reines W. löst schon aus steinartigen Mineralien etwas auf.

Es sind darüber ein paar Versuche von F. A. A. Struve (Künstl. Min.-W. 2. H. 1826, 48) vorhanden, die ich hier anführen will, aber nicht ohne ihre Mangelhaftigkeit anzudeuten. Es wurde nämlich „reines" W. durch eine Röhre durchgetrieben, die mit dem Gestein u. Quarzsand schichtenweise gefüllt war, einmal nämlich mit $^5/_4$ Pfund Klingstein (I), dann mit 4 Pf. Basalt vom Plattenberge (II) oder mit $^5/_4$ Pf. Basalt von Podhorn. Struve analysirte nun die zuerst abtröpfelnden 2—2$^2/_3$ Unzen u. berechnete die Analyse auf den Gehalt von 16 Unzen W.; er erhielt dann folgende Werthe (hier auf 10000 berechnet):

	I	II	III
Salzsaures Natron	3,187	3,187	3,187
Schwefelsaures „	7,645	8,281	6,375
Kohlensaures „	1,767.		

Sonderbar! Jedesmal soll das W. genau ebenviel Chlornatrium aufgelöst haben! Wer wird an einen solchen Zufall glauben? Enthielt vielleicht schon das „reine" W. etwas Kochsalz? Oder wurde angenommen, dass die drei Flüssigkeiten wohl ebenviel Chlornatrium enthalten würden? Struve betrachtet das kohlens. Natron, das aus dem Klingstein aufgenommen wurde, als vorher efflorescirt, wogegen das Glauber- u. das Kochsalz der Efflorescenz nicht oder höchstens zu einem kleinen Theile angehören sollen, „da auch frischer Basalt es an reines W. abtrat." Es ist übrigens zu beachten, dass die von Struve analysirte Masse bei diesen 3 Auslaugungen nur zwischen 0,92—1,6 Gran betrug, also für jeden einzelnen Stoff höchst wenig. Es wäre wünschenswerth, dass mit den von Struve gebrauchten u. mit andern Mineralien neue Auslaugungs-Versuche angestellt würden.

Nach den Untersuchungen von H. Ludwig (Arch. d. Pharm. Bd. 91, 147) hatte siedendes W. einen zersetzenden Einfluss auf gemeinen Feldspath, Granit (mehrere Arten, worunter ein porphyrartiger von Bad Liebenstein, ein

grobkörniger von Ruhla), porphyrartigen Syenit, Trachyt vom Drachenfelsen u. Porphyr; was sich schon zeigte, wenn die Minerale ½ Stunde mit dem W. gekocht wurden. Es wurde etwas Alkali gelöst; Thonerde u. Eisenoxyd wurden blos gelegt, so dass sie von Salzsäure leicht gelöst werden konnten. Selbst kaltes W., das 2 Stunden mit fein gepulvertem grobkörnigem Granite stehen gelassen worden, reagirte auf Lakmuspapier. *)

W. B. u. R. E. Rogers haben eine Reihe von Untersuchungen über die Auflöslichkeit der Minerale in reinem u. in kohlensaurem Wasser angestellt. Die Probe A. bestand darin, dass man etwa 5 bis 10 Gran des äusserst fein gepulverten Minerals auf einem gereinigten Filter mit W. aussüsste u. einen einzigen Tropfen der klar ablaufenden Flüssigkeit auf einem Streifen Platinblech eintrocknete u. den Rückstand auf geeignete Weise vor u. nach dem Glühen prüfte. Die Probe B. wurde so angestellt, dass man 40 Gran des fein gepulverten Minerals mit 10 Kub.Zoll des W. in einer grünen Glasflasche oft u. während einer bestimmten Zeit umschüttelte. Hierauf wurde die Flüssigkeit abfiltrirt u. in einer Platinschale zur Trockene verdunstet u. der Rückstand, wenn man genug erhielt, quantitativ bestimmt. Beide Proben führte man neben einander fortlaufend mit reinem, von Luft befreitem W. u. mit reinem, bei 60^0 (F.? = 15,5 C.) mit CO^2 gesättigtem W. aus. Bei der Probe B. stellte man zugleich vergleichende Versuche über die etwaige Auflöslichkeit der Bestandtheile des Glases der Gefässe an, indem man Flaschen derselben Art mit demselben W., welches zur Probe diente, füllte. Es sind im Folgenden die von den Verff. geprüften Minerale aufgeführt: Kalifeldspath, Natronfeldspath, Lithionfeldspath, glasiger Feldspath, Labradorit, Glimmer, Leucit, Analzim, Mesotyp, Scolezit, Schörl, Grünstein, Chalcedon, Obsidian, Lava, Gneiss, Hornblendeschiefer, Chlorit, Talk, Serpentin, Steatit, Olivin, Hypersten, Hornblende, Actinolith, Tremolith, Augit, Asbest, Coccolith, Epidot, derb, Epidot, kryst., Axinit, Prehnit, brauner Granat, Dolomit.

Durch die Probe A. fand man, dass alle diese Substanzen vom kohlensauren W. u. die meisten auch vom reinen W. angegriffen werden. Wenn man sie erst fein gepulvert hat und dann mit der Flüssigkeit mischt, so findet man, dass der erste Tropfen, den man abfiltrirt, auf Platinblech einen Flecken hinterlässt, der aus den aufgelösten Alkalien oder alkalischen Erden besteht, u. man erhält den Beweis, dass innerhalb 10 Minuten schon etwas vom Minerale durch kohlensaures W. aufgelöst wird. Giesst man die abgelaufene Flüssigkeit nochmals zurück, so bleibt nachher eine grössere Menge Rückstand, wenn man die von Neuem ablaufende Flüssigkeit eintrocknet. Bei der Probe A. u. reinem W. geht die Auflösung viel langsamer vor sich, doch löst auch dieses fast von allen oben aufgezählten Mineralien so viel auf, dass man es beim Abdampfen der Tropfen nachweisen kann, u. von einigen löst es sehr deutlich nachweisbare Mengen.

*) Wurde gewöhnliches Kaliglas fein zerrieben mit kaltem W. angerührt, so wurde gelbes Curcumapapier von diesem W. später deutlich gebräunt; mit W. gekocht lieferte das Glas eine sehr stark alkalisch reagirende, das Curcumapapier stark bräunende Flüssigkeit. Aehnliche Beobachtungen hatte schon Pelouze über die Einwirkung des siedenden W. auf fein gepulvertes Glas mitgetheilt.

Mit einem Tropfen des W., was zum Auslaugen bei der Probe A. gedient hat, kann man sehr bestimmt entscheiden, ob Alkalien, Kalk oder Talkerde in dem Minerale vorhanden waren. Die letztere erkennt man an dem milchigen Ansehen, das der Tropfen, indem er auf dem Platinbleche abgedampft wird, annimmt u. an der Weisse des Fleckens. Noch mehr Aufschluss erhält man aber, wenn man den Flecken vor u. nach dem Glühen auf seine Reaction prüft. Vorzüglich nützlich ist es bei der Anwendung des Löthrohrs, den Flecken, nachdem man ihn einer successiv steigenden Hitze ausgesetzt hat, mit Reagenspapieren zu prüfen. Die Verfasser halten die Behandlung der gepulverten Minerale mit kohlensaurem W. für die leichteste u. schnellste Methode, um die Gegenwart von Alkalien, Kalk oder Talkerde in einem Minerale nachzuweisen, die namentlich dem Mineralogen neben dem Löthrohre von Nutzen sein wird.

Bei Anwendung der Probe B. erlitten viele Minerale, namentlich bei Anwendung von kohlensaurem W., eine partielle Zersetzung, die eine quantitative Bestimmung der ausgezogenen Bestandtheile gestattete. Nach 48 Stunden zog kohlensaures W., u. nach einer Woche auch reines W. oft eine zur Analyse hinreichende Quantität der Bestandtheile aus. So erhält man aus Hornblende, Actinolith, Epidot, Chlorit, Serpentin, Feldspath, Mesotyp u. a. mitunter 0,4 — 1 p. c. der ganzen Masse an Eisenoxyd, Kalk, Talkerde, Thonerde, Kieselerde u. Alkali. Die Alkalien, die alkalischen Erden und die Talkerde bleiben beim Abdampfen kohlensaure Salze, das Eisen, wo es als Oxydul vorhanden war, scheidet sich während des Abdampfens als Oxyd in braunen Flocken mit der Kieselerde und Thonerde aus. Aus 40 Gran einer Hornblende erhielt man z. B., nachdem sie 48 Stunden lang mit kohlensaurem W. bei 60^0 (F.? = 15,5 C.) digerirt war, ungefähr 0,08 Gran Kieselerde, 0,05 Eisenoxyd, 0,13 Kalk, 0,095 Talkerde u. eine Spur Mangan.

Viele der oben genannten Minerale geben mit Reagenspapier eine alkalische Reaktion, wenn man sie im Achatmörser fein zerrieben u. in einem Platinschälchen mit W. angefeuchtet hat. So verhalten sich namentlich Serpentin, Chlorit, Tremolith, Asbest, Glimmer, Hornblende, Feldspath und Glas. Bemerkenswerth ist es noch, dass sich diese Reaktion unmittelbar und deutlicher bei Talkerde- und Kalk-Talkerde-Silicaten als bei Feldspathen und den meisten anderen alkalihaltigen Mineralien zeigt.

Die grössere oder geringere Leichtigkeit, mit welcher sich die Talkerde- und Kalk-Talkerde-Silicate durch kohlensaures W. und blosses W. zersetzen, erklärt die rasche Zersetzung der Gebirgsmassen, welche nur aus Hornblende, Epidot, Chlorit u. s. w. bestehen, ohne die Einwirkung eines Alkali's hierbei als nöthig vorauszusetzen, sowie die Erscheinung, dass solche Gebirgsarten oft schneller zersetzt werden, als die Feldspathe selbst, und zeigt den Weg, auf welchem Mineralbestandtheile in die Wurzeln der Pflanzen gelangen. (Sillim. Amer. Journ. V, 401, Pharm. Centralbl. 1848.)

Dr. Wings hatte die Güte, mir einen von ihm angestellten Auslaugungsversuch mitzutheilen, den er mit dem devonischen Kalke von Aachen angestellt hatte. 500 Grm. des gepulverten u. bei 100^0 getrockneten Kalksteines, dessen Fundort weit von den Thermalwässern entfernt lag, wurden

mit 2000 C.C. destillirtem W. in einer Flasche während 72 Stunden der Einwirkung von CO^2 unter einem um $^1/_{16}$ Atmosphäre gesteigerten Drucke in der Weise ausgesetzt, dass aus einem mit CO^2 gefüllten grössern Behälter die CO^2 sich erneuern konnte. Das W. war vorher durch Einleiten von CO^2 von der atmosphärischen Luft befreit worden. Das abfiltrirte W. zeigte ausser Spuren von Eisen u. Mangan folgende Bestandtheile in 10000 C.C.

Chlornatrium	,050
Schwefels. Natron	,658
» Kalk	,462
Kohlens. »	9,750
Kieselsäure	,200
Organisches	1,000
Summe	12,12

Auch Fournet (Annal. des min. 3. sér. 1833, III, 491) und Ebelmen (Anual. des min., 5. sér. 1853, IV, 188) zeigten, dass die auflösende Wirkung des W. bedeutend gesteigert wird durch gewisse Gase, namentlich Kohlensäure u. sie fanden, dass selbst kaltes kohlens. W. unter gewöhnlichem Drucke natürliche Silicate so weit aufschliesst, dass Kieselsäure u. Bicarbonate frei werden.

Struve hat über die Auslaugung mehrerer steinartigen Mineralien mit kohlensaurem W. schon vor langer Zeit Versuche angestellt. Er bediente sich dazu folgender Vorrichtung. Ein grösseres verschliessbares Gefäss diente zur Aufnahme von W. u. CO^2. In dieses Gefäss, fast bis auf den Boden desselben, reichte ein zur Aufnahme des gepulverten Gesteins bestimmter, etwa 2 Zoll im Durchmesser haltender u. 28 Zoll (resp. 56 oder 86 Zoll) hoher Cylinder. Das Steinpulver wurde schichtenweise auf durchbohrte Platten eingelegt. Wurde nun CO^2 in das W. geführt, so war dieses gezwungen durch das Steinpulver durchzufiltriren. Der erste Versuch wurde mit $3^3/_4$ Pf. gepulvertem Biliner Klingstein u. ebenviel gewaschenem Quarzsand unter einem Druck von fast 3 Atmosphären angestellt. Es dauerte mehrere Stunden bis das W. durch die 84″ hohe Schicht des Pulvers durchgedrungen war; das durchdringende W. zeigte freie CO^2, aber nur schwach. Es wurden nun 3mal je 8 Unzen der durchtretenden Flüssigkeit analysirt, dann noch 21 $^1/_2$ Unzen; das Ergebniss war, auf 10000 berechnet:

	1	2	3	4
Salzsaures Natron	2,838	2,005	1,336	,906
Schwefelsaures Kali	1,121	,922	,762	,561
» Natron	3,967	2,886	1,743	1,333
Kohlensaures »	12,904	11,296	10,294	7,617,

ausserdem noch kohlens. Magnesia, Kalkerde u. Kieselsäure. Wurde aber nur eine 56 Zoll hohe Säule mit 40 Unzen Steinpulver (5) oder eine 28 Zoll hohe Säule mit 20 Unzen Pulver angefüllt, so zeigten $5^1/_3$ Unzen des W. (resp. $2^2/_3$ Unzen) folgende Mischung, wobei zu bemerken, dass das W. im ersten Falle wohl, im zweiten keine freie CO^2 durch Aufsteigen von Bläschen zeigte. In 10000 W. waren:

	5	6
Salzsaures Natron	1,871	4,677
Schwefels. Kali u. Natron	4,333	8,604
Kohlensaures Natron	10,461	15,364
In W. unlösl. Theile	10,	9,374.

Jedoch wollte Struve, durch das ihm auffallende Ergebniss dieser beiden Versuche zweifelhaft gemacht, die Richtigkeit derselben nicht ganz verbürgen.

Der Apparat wurde nun in der Art vervollständigt, dass das erste auf das Steinpulver wirkende W. gehörig mit CO^2 geschwängert war. Laugte er jetzt in einer 28″ hohen Säule $^5/_4$ Pf. Klingstein aus, so ergaben die zuerst ablaufenden $2^2/_3$ Unzen folgende Bestandtheile, auf 10000 berechnet:

	7	8
Salzsaures Natron	1,699	2,208
Schwefels. Kali u. Natron	6,115	2,157
Kohlensaures Natron	20,098	13,016
Unlösliche Theile	7,877	8,333.

Der Versuch 8, wobei etwas salzsaures u. schwefels. Natron dem auslaugenden W. vorher zugesetzt worden, zeigte, dass dieser Zusatz die Auslaugung nicht begünstigte, indem nur die angegebenen Werthe für die neu aufgenommenen Salze gefunden wurden.

Als Struve 3 Pf. 14 Unzen Klingstein in einer 84″ hohen, damit angefüllten Röhre mit kohlensäurereichem W. unter einem Drucke von fast 2 Atmosphären 12 St. lang auslaugte, bekam er eine Lösung verschiedener Salze (9), die dem natürlichen Biliner W. (10) sehr ähnlich war; auf 10000:

	9	10
Salzsaures Natron	2,556	3,755
Schwefels. Kali	2,174	2,259
» Natron	6,326	8,035
Kohlens. »	28,610	29,597
» Magnesia	1,466	1,557
» Kalk	5,833	3,992
Kieselsäure	,667	,462

also ein M.W. von fast 48 Z.T. Salzgehalt. »Die Uebereinstimmung der Bestandtheile beider Wässer ist so gross, dass wohl Niemand in Zweifel stehen wird, dass das behandelte Mineral dasselbe sei, dessen sich die Natur bedient, um das Biliner W. hervorzubringen.« Nicht blos Klingsteine *), deren kiesels. Natron sich leicht in kohlens. Natron zu verwandeln scheint, sondern auch andere Gesteine wurden von Struve mit kohlens. W. zersetzt. Kohlens. W. in einer 84″ hohen Säule mehrere Wochen mit Basaltstücken

---

*) Die Grundmasse der Klingsteine oder Phonolithe ist ein höchst inniges Gemeng aus einem in Salzsäure unauflöslichen feldspathigen Minerale, das in seiner Zusammensetzung dem Sanidin am nächsten stehen soll, u. aus einem in Salzsäure zersetzbaren, meist zeolithartigen Minerale, welches zwar gewöhnlich für Mesotyp oder Mesol gehalten wird, wahrscheinlich aber in Phonolithen aus verschiedenen Gegenden auch von verschiedener Natur sein dürfte. Zeolith ist kieselsaure Thonerde mit kiesels. Natron.

mehrere Wochen lang in vielseitiger Berührung gelassen, enthielt 23,2 Z.T. (I), bei Mithülfe von starkem Druck u. dadurch bedingter grösserer Menge von CO^2 33,65 Z.T. (II) gelöster Salze. Wurde statt des Basaltes Syenit genommen, so betrug die gelöste Menge verschiedener Salze 13,4 (III) u. 27,3 (IV).

Auszug von	Basalt		Syenit		St. Moritz
In 10000:	I	II	III	IV	V
Chlornatrium	,983	2,666	,906	1,556	,404
Schwefels. Kali	,497	1,091	,859	1,543	,205
» Natron	,409	2,09	,293	,423	3,481
Kohlens. Natron	3,555	3,003	3,349	4,146	2,074
» Magnesia	6,19	8,903	1,497	2,69	1,583
» Kalk	10,623	14,085	5,813	15,266	8,911
» Strontian			,023	,056	
» Eisenoxydul	,404	,547	,046	,552	,329
» Manganoxydul		,045	,282	,315	,043
Thonerde		,023			,004
Kieselsäure	,535	1,151	,352	,701	,495
Fester Gehalt	23,2	33,6	13,4	27,2	17,5.

Um die Aehnlichkeit dieser wässerigen Fels-Auszüge mit natürlichen M.Wässern zu veranschaulichen, habe ich unter V die neue Analyse eines Sauerwassers von St. Moritz gestellt.

Es gelang Struve durch Behandlung des Basaltes vom Plattenberge bei Eger mit kohlens. W. unter Druck ein W. zu erhalten, was dem Egerer Franzensbrunn in den Proportionen des kohlens. Natrons zum kohlens. Kalk, zur kohlens. Magnesia u. zur Kieselerde sehr ähnlich war, wogegen Chlornatrium u. schwefels. Natron in abweichenden Verhältnissen vorhanden waren. Porphyr vom Schlossberge bei Teplitz mit kohlens. W. behandelt, lieferte ein W. von folgender Zusammensetzung:

Chlornatrium.	1,86	Kohlens. Natron	5,77
Schwefels. Natron	,55	» Magnes.	,88
» Kali	2,24	» Kalk	3,59

Kieselsäure ,86;

ein doppelt so starkes W. als das des Teplitzer Steinbades.

Es bedarf nur einer sehr kurzen Zeit, um aus manchen festen Gesteinen mit kohlens. W. eine merkliche Menge löslicher Salze aufzulösen. Wenn Struve das Pulver der in nachstehender Tabelle verzeichneten Steine in W., welches unter einem Drucke von 1½ Atmosphären mit CO^2 geschwängert war, auch nur eine Stunde liegen liess, so erhielt er durch Analyse von je 10 Pfunden des filtrirten W. folgende Salzlösungen:

Grane in 7680 Granen:	aus Klingstein			Basalt			Feldspath-Porphyr	Gneiss	Granit	Thon-schiefer
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Salzsaures Kali								,06	,17	,21
Schwefelsaures Kali	,47	,43	,18	,35	,33	,21	,38	,46 [1]	,49	
Salzsaures Natron	,18	,23	,1	,11	,19	,1	,08		,36	,04
Schwefels. „	,17		,02	,16	,2	,4	,06			
Kohlens. „	3,89	2,27	,54	,91	,98	,59	,43	,59	,35	
„ Magnesia	,71	,31		1,83	2,68	,87	,21	,14	,17	,2
„ Kalk	4,81	1,86	2,42	6,55	2,77	1,69	,87	1,25	(1, ?)	,96
„ Strontian	,01			,02						
Eisenoxyd [2]				,07		,02			,61	
Kieselerde	,6	,69		,38	,68	,45	,21	,09	,21	,09
Präcipitat [3]	,1				,3		,12	,04		
Leicht lösliche Salze	4,71	2,93	,84	1,53	1,7	1,3	,95	1,3	1,37	,25

Fundorte: I Bortzen bei Bilin, II Engelhauser Schlossberg bei Karlsbad, III Tepl bei Marienbad, IV Bilin, V Podhorn bei Marienbad, VI Plattenberg bei Eger, VII Teplitz, VIII Bilin, IX Karlsbad, X Eger.

[1]) Hier noch kohlens. Kali 0,19.
[2]) Mit Spuren von Phosphors. u. Thonerde. Blieb, wie auch Strontian, öfters unbestimmt.
[3]) Aus der sauren Lösung der Erden mit Ammoniak.

Aus diesen Versuchen geht also mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass die M.W. häufig als Infusa aquosa lapidum zu betrachten sind, zu welchen ein mit CO^2 beladenes Meteorwasser genommen wurde. Wir finden hiermit die seit jeher geltende Auslaugungstheorie *) bestätigt u. können mit Struve fragen: »Sollte es blos ein Scherz der Natur sein, dass sie da, wo sie ihre Quellen zu Tage fördert, Gebirgsmassen aufgehäuft hat, die auf die geeignete Weise behandelt, dieselben Wässer aus sich ziehen lassen, die aus ihrem Innern hervorströmen?« *F. A. A. Struve die künstl. Mineralwässer, 2. H.; 1826. *Annal. d. Struve'schen Brunnenanstalten, 1. u. 2. Jahrg.; 1841 u. 42.

Obwohl es fast 40 Jahre her ist, dass Struve seine ersten Auslaugungs-Versuche bekannt gemacht hat, ist dennoch leider keine ähnliche Versuchsreihe mehr angestellt worden; abgesehen von einigen oben mitgetheilten, die mehr die Aufschliessbarkeit der Mineralien im Allgemeinen, als die Aehnlichkeit der Gesteins-Auszüge mit künstlichen M.W. beweisen.

Die meisten Mineralien sind Silicate, gewissermaassen Gläser. Deshalb darf noch an die Zersetzung u. Lösung des künstlichen Glases hier erinnert werden. In den neuern Versuchen von Pelouze zeigte sich eine sehr bedeutende Auflöslichkeit u. Zersetzbarkeit aller Arten von Glas in destillirtem W., sobald dieselben in höchst fein zertheiltem Zustande mit kochendem oder auch kaltem W. behandelt wurden. Compt. rend. 1856, t. 43, 119. Bekanntlich erleidet das Glas auch an der Luft eine Zersetzung, wobei seine Oberfläche trübe wird u. schillert. Nach den Analysen von Geuther wird dabei Alkali nebst etwas Kieselerde ausgeschieden u. Wasser aufgenommen. Etwas Aehnliches findet man an glasigen Gesteinen.

§. 94. Verwitterung erdiger u. kieseliger Gesteine als Beförderungsmittel der Auflösung.

Longa dies molli saxa peredit aqua.
Tibull. I.

Die Aufnahme von W. von Seiten der Gesteine ist die erste Bedingung zu ihrem Zerfallen. Durocher hat nachgewiesen, indem er Mineralien (Feldspath, Glimmer, Hornblende) in feuchter Luft Jahre lang liegen liess, dass das W. der Atmosphäre sehr allgemein von Mineralkörpern aufgenommen wird. Manche Gesteine sind aber porös u. gestatten das Eindringen des W. leichter als andere. Viele scheinbar ganz compacte Gesteine lassen dennoch W. eindringen. Es ist nicht selten, dass man es auf den Bruchflächen derselben sichtbar antrifft.

„Auch die compacten Gesteine besitzen, ganz abgesehen von ihren Zerklüftungen gewiss eine weit grössere Permeabilität für das Wasser, als man gewöhnlich vorauszusetzen geneigt ist. Denn wenn sich auch die Individuen eines solchen Gesteins grösstentheils unmittelbar berühren, so lassen sie doch hier und da ganz

*) Als origineller Ausdruck derselben kann folgende Stelle eines Monographen über die Egerer W. gelten: „Ich weiss nicht, würde ich mich zu weit vergehen, wenn ich sagen wollte, die unterirrdische angeschwängerte Gewässer wären nichts anders, als der Liquor Alkahestinus universalis, der immediatè die mineralia solvire, und zugleich in immerwährender solvirung sich imprägnire, u. mit ihnen eins werde.“ Ettner 1701.

feine Fugen zwischen sich, welche dem Wasser, wenigstens unter starkem Drucke, einen Zugang in das Innere des Gesteins gestatten. Da nun die meisten Gebirge und Continente ehemals submergirt gewesen sind, da viele derselben sogar wiederholte Submersionen und Emersionen erlitten haben, so werden auch die meisten, unserer Beobachtung zugänglichen Gesteinsmassen in früheren Perioden, vielleicht Jahrtausende lang, unter solchen Verhältnissen existirt haben, bei welchen eine Imprägnation mit Wasser möglich war. Weil aber viele Mineralien, theils durch ihren Aggregationszustand, theils durch ihre chemische Zusammensetzung geeignet sind, etwas Wasser mechanisch oder chemisch in sich aufzunehmen und zurückzuhalten, so kann es uns auch nicht befremden, dass die mineralischen Bestandtheile selbst solcher Gesteine, bei deren ursprünglichen Bildung das Wasser gewiss gänzlich ausser dem Spiele war, bisweilen einen kleinen Wassergehalt erkennen lassen. Ohnediess sind ja die meisten Mineralien, die wir der chemischen Analyse unterwerfen, nahe von der Erdoberfläche, also von solchen Stellen entnommen, welche seit Jahrtausenden den Atmosphärilien, den Meteorwassern und Quellwassern mehr oder weniger zugänglich gewesen sind, deren Einwirkung weit tiefer reichen kann, als es bisweilen den Anschein hat *). Ist doch selbst ein so dichtes Mineral, wie der Chalcedon, nach den Versuchen von Gautieri und Fuchs, und nach den später von Nöggerath über die künstliche Färbung der Achate mitgetheilten interessanten Nachrichten **) durchdringlich für Wasser und andere tropfbare Flüssigkeiten, sogar bei geringem Drucke. Wie können wir es also bezweifeln, dass eine Granitmasse, die vielleicht Jahrtausende lang mehrere tausend Fuss tief submergirt war, bis auf bedeutende Tiefe vom Wasser imprägnirt wurde, und dass dabei dieses oder jenes von ihr umschlossene Mineral eine mehr oder weniger auffallende materielle Veränderung erfuhr." Naumann Geognos.; 1857.

Es gibt Mineralien, die der Einwirkung des W. fast absolut widerstehen, z. B. Talk, Chlorit, Asbest, Amianth, Glimmer. Die Unzerstörbarkeit des Glimmers ist um so auffallender, weil kein Mineral in so feine Lamellen spaltbar ist, wie er. Aber die feinsten Glimmerschuppen zeigen noch ein frisches Ansehen; Kaliglimmer blieb selbst in W. von 400° fast unverändert.

Oft aber wird die Struktur u. die Mischung durch die Atmosphärilien bedeutend verändert. Dabei sind sowohl die Gase der Luft, namentlich O u. CO^2, als die Feuchtigkeit derselben gemeinsam thätig. Die atmosphärischen W. haben sowohl als Träger von O u. CO^2, vielleicht zugleich noch durch andere Substanzen (Salpetersäure? Ozon?), dann auch durch den mechanischen Eindruck an der Verwitterung den wesentlichsten Antheil. Unter Verwitterung versteht man nämlich diejenige durch die Atmosphärilien verursachte Zersetzung, bei welcher mit allmäligem Verluste von Bestandtheilen kein anderer Ersatz, als die Aufnahme von Sauerstoff, Kohlensäure u. W., zugleich aber auch ein Verlust der Consistenz u. selbst der Form verbunden ist. Sie gibt sich zunächst auf der Oberfläche zu erkennen, greift aber auch tiefer ein. Der Sauerstoff der Luft verwandelt den (in Kalksteinen u. Schiefern enthaltenen) Kohlenstoff in Kohlensäure, das Eisenoxydul in Oxyd. Kohlensäure u. W. bewirken eine Auflockerung u. ein endliches Zerfallen des Gesteins zu einer grusigen Masse; eine Erscheinung, welche besonders bei vielen Graniten, Syeniten, Gneissen u. Felsitporphyren in sehr

*) Man vergleiche über diesen, für die Beurtheilung vieler geognostischen Erscheinungen sehr wichtigen Gegenstand Bischof's Lehrb. der chem. u. physik. Geologie I. S. 233 ff.

**) Neues Jahrbuch der Min., 1847, S. 482 ff. und Fuchs Beiträge zur Lehre von den Erzlagerstätten, 1846, S. 41.

auffallender Weise vorkommt, indem solche nicht selten von der Oberfläche hinein viele Fuss tief zu einem grobkörnigen scharfen Gruse oder zu feinerm Sande aufgelöst sind. Unterhalb der Oberfläche geht dasselbe Faulen u. Zerfallen des Gesteins von den Klüften aus, die es nach allen Richtungen hin durchsetzen.

Das Zerfallen u. die Einwirkung der Atmosphärilien überhaupt ist mit der Bildung von auflöslichen Salzen, in sehr vielen Fällen auch mit der Bildung u. Ablagerung von Metalloxyden verbunden. Die Salze pflegen als haarförmige Efflorescenzen oder als mehliger Beschlag auf der verwitterten Oberfläche hervorzutreten. Auf diese Weise erscheinen besonders Sulfate von Magnesia u. von Thonerde u. Eisen, auch Salpeter; Bittersalz z. B. auf Gneiss, Alaun u. Eisenvitriol im Alaunschiefer, Salpeter auf Kreidefelsen. Vgl. besonders den §. über Bittersalz. Kohlensaures Natron blüht auf vulkanischen Gesteinen aus. Auf Trass, der Asche oder Schlammlava von urweltlichen Vulkanen, findet es sich mit Chlornatrium u. Kalisulfat. Die mechanische Zerkleinerung begünstigt, z. B. beim Trasse, die Einwirkung der Atmosphärilien sehr. Lassen wir unentschieden, ob diese löslichen Salze Neubildungen sind oder ob sie schon im verhüllten Zustande im Gesteine vorhanden waren. Sicher ist jedoch, dass durch die Verwitterung das atmosphärische W. Gelegenheit erhält, sich mit Salzen zu beladen.

§. 95. Zersetzung der Feldspathe zu Thon.

Viele Gesteine erleiden mit der Länge der Zeit durch die atmosphärischen Wässer eine totale chemische Zersetzung. Diese, zumal bei krystallinischen Silicatgesteinen vorkommenden Umwandlungen erlangen deshalb eine sehr grosse geologische Bedeutung, weil durch sie das Material zur Bildung mancher andern Gesteine geliefert worden ist. Der Kaolin (Porzellanthon) u. die meisten Thone sind nichts Anderes, als die Produkte solcher Zersetzungsprozesse, welche seit undenklichen Zeiten in Wirksamkeit sind u. eine ausserordentliche Menge von Zersetzungsschlamm erzeugt haben. Eine besonders wichtige Rolle spielt die Zersetzung in den feldspathhaltigen Gesteinen, weil gewisse Feldspath-Species der Verwesung ganz vorzüglich unterworfen sind. Nächst ihnen sind manche Varietäten von Pyroxen u. Amphibol ziemlich leicht zersetzbare Mineralien, daher denn diejenigen Gesteine, welche einen dieser Bestandtheile nebst Labrador, Oligoklas oder Albit enthalten, der Zersetzung einen besonders grossen Spielraum darbieten. Die im grossartigsten Maassstabe vorgehende Umwandlung des Feldspathes in der Natur hat meistens an Orten stattgefunden, wo nicht an die Mitwirkung einer hohen Temperatur zu denken ist. Der Feldspath ist kieselsaure Thonerde, oft mit kiesels. Magnesia u. kiesels. Kalk verbunden. Durch die Zersetzung wird er nun zu Thon, d. i. kieselsaure Thonerde, oder vielmehr zu einem Mineralschutt, welcher noch verschiedene Reste des zersetzten Gesteines einschliesst und Kaolin heisst. Das Kali ist theilweise als Silicat, theilweise zu kohlens. Kali umgewandelt daraus weggeführt. Diese Zersetzung ist an solchen Stellen unläugbar, wo ein allmäliger Uebergang des Feldspathes in Thon stattfindet. Je nach den Beimengungen zum Thon wird dieser verschieden benannt. Rein

heisst er Lehm, mit Sand gemengt, magerer Thon, mit kohlens. Kalk vermischt, Mergel. Nicht jeder Feldspath unterliegt dieser Zersetzung gleich schnell. Es zeigt sich dies daran, dass der eine viel leichter als der andere von Capillarspaltungen durchzogen wird, welche dem eindringenden W. den Angriff erleichtern. (S. Suckow Verwitt. 1848.) Einen Haupteinfluss übt darauf die chemische Constitution des Feldspathes aus.

Die Zersetzung der Feldspathe ist bisheran vorzugsweise am Orthoklas genauer untersucht worden. Die einfach-kieselsauren Feldspathe pflegen leichter als die dreifach-kieselsauren, die natron- u. kalkreichen leichter als die kalireichen der Zersetzung zu unterliegen. Der aus der Zersetzung des Orthoklases hervorgehende Kaolin ist in seiner reinsten Form zweifach-kiesels. Thonerde; sie ist das Ueberbleibsel des Orthoklases, wenn diesem vierfach-kiesels. Kali entzogen wird u. er Wasser aufnimmt. Das ausgeschiedene Kalisilicat hat oft Concretionen von Kieselerde (Opal, Hornstein etc.) gebildet. Diese Zersetzung geht, wie das Experiment beweist, auch ohne CO^2 bei hohen Temperaturgraden durch blosses W. vor sich. Vgl. Naumann Geogn. I.

Die Kaolinisirung der Feldspathe ist eine Erscheinung, welche besonders häufig im Gebiete gewisser Granite u. Felsitporphyre vorkommt, u. eine gänzliche Verwesung dieser Gesteine zur Folge hat, indem sie zu einer weissen Thonmasse aufgelöst werden. Wie bedeutend derartige Zersetzungen werden können, lehren schon die ansehnlichen Massen von Kaolin, welche in manchen Granit- u. Porphyrdistrikten alljährlich gewonnen werden. Die Phonolithe unterliegen oft einer tief eingreifenden Umwandlung zu einer weichen homogenen Masse, welche theils an Kaolin, theils an Thon erinnert, aber noch schieferige Struktur erkennen lässt. Gewisse Varietäten von Feldspath behaupten sich aber sehr standhaft im Kampfe mit den Atmosphärilien. Der Leucit, chemisch dem Orthoklas verwandt, ist wieder einer Umbildung zu Kaolin leicht ausgesetzt. Dolerite, Basalte etc., die Labrador u. Pyroxen enthalten, sind besonders auffallenden Zerstörungen unterworfen. Bei der Zersetzung, welcher die von Ebelmen geprüften Basalte unterlegen waren, zeigte sich, dass Magnesia, Kalkerde, die Alkalien nebst einem Theile des Eisenoxyduls u. der Kieselerde entfernt worden, u. die zurückgebliebene Thonerde mit Kieselerde, Eisenoxyd u. W. eine thonartige Masse bildete. Cf. §. 96. Auch die Hornblende verwandelt sich in eine thonige Substanz.

Die Geologen sind nicht einig darüber, ob der Gehalt des Feldspathes an Natron dessen Zersetzung befördert. Nach Bischof's Ausspruch verwittern Natronfeldspathe viel leichter als Kalifeldspathe. Grade entgegengesetzter Ansicht ist Suckow. »Ist es nun aber die an Feuchtigkeit gebundene Kohlensäure« sagte er, »deren Thätigkeit die Umwandlung der Orthoklase in Kaolin, Thon, Lehm zuzuschreiben, so erklärt sich's zugleich, wie es kommt, dass die viel Kali und Kalk haltigen Orthoklase viel leichter verwittern als diejenigen Feldspäthe, in welchen das Natron die Rolle des Kali und der Kalkerde zum grossen Theil oder ganz übernimmt, aber nicht die energische Verwandtschaft zur Kohlensäure offenbart, welche das Kali und die Kalkerde besitzen; wofür namentlich der finnländische Rapakivi ein auffallendes Beispiel liefert. Derselbe verwittert sehr leicht. Ganz ähnlich ver-

hält sich auch vieler Feldspath des Granulits, Trachyts, Asphanits, Dolerits u. der zu architectonischen Ornamenten oft verwendeten Granite Corsikas u. Elbas. Mögen daher auch die natronhaltigen mit Goulardschem W. und (nachher mit) Schwefelammonium behandelten Feldspäthe auf dieselbe Weise, als die kalihaltigen Feldspäthe innere Zerberstungen bekunden, wovon ich mich durch viele Versuche hinreichend überzeugt habe, mögen immerhin in diese Risse Kohlens. und Feuchtigkeit Zutritt finden, mögen sie auch häufig ganz trübe sein, so beschränkt doch selbst auch in kali- u. kalkerdehaltigen Feldspäthen der gleichzeitige hohe Natrongehalt die Verbindungsfähigkeit des Kalis u. der Kalkerde u. schützt gewissermassen gegen die Angriffe der Kohlensäure. Denn welche Inviolabilität behauptet der Albit und Nephelin, wie langsam u. schwierig verwittert der Labrador? — Wo ich überhaupt auch noch selbst grobkörnige feldspathreiche Granite fand, die zu festem und dauerhaftem Baumaterial Jahrtausende hindurch gedient hatten, war jederzeit ein grösserer Natrongehalt ihr Begleiter. Und so sind die Gebäude des alten Theben, so sind viele Pyramiden, zahlreiche Monumente .... wahre Denkmale für die Ewigkeit durch natronhaltige Feldspäthe der Granite, aus denen man sie aufgeführt hat.«

Vielleicht sind derartige thonige Massen im Erdinnern zuweilen die Erzeugungsstätte von M.W., wie sie es an gewissen Orten der Erdoberfläche thatsächlich sind.

Der Kaolin von Zettlitz wird von den sämmtlichen Porzellanfabriken der Gegend von Karlsbad u. Elnbogen benutzt. Er wird hier aus 4 Gruben genommen, aus jeder jährlich 15000 Centner. Die gute Porzellanerde wird in 4 Klafter Tiefe gefunden u. hält 4—8 Klafter mächtig aus; tiefer geht sie allmälig in weniger zersetzten u. endlich in festen, feinkörnigen Granit über. Der Kaolin ist hier offenbar durch Zersetzung des Granits gebildet u. durch eine Art Schlemmungsprozess hat er sich an Stellen rein abgesondert. Ein solcher geschlemmter Kaolin enthielt, ausser dem Rückstand (Quarz 53,4 %), einer Spur Kali u. Magnesia, kohlens. Kalk (0,4 %), Eisenoxyd (0,24),

Wasser 5,98, wovon 0,38 bei 100—150° entwich,
Kieselsäure 22,47, wovon lösliche 6,65,
Thonerde 17,46.

Für den aufgeschlossenen Theil allein berechnet sich die procentische Zusammensetzung folgendermaassen:

Wasser	12,47
Kieselsäure	48,61
Thonerde	38,9.

Es entspricht sonach auch dieser Kaolin der von Brongniart u. Malaguti aufgestellten Formel Al^2O^3, $2\,Si\,O^2 + 2\,HO$, zum Beweise, dass die Verwitterung des Granits überall in derselben Weise vor sich geht. (A. Bauer in Chem. Centralbl. 1857.) Brongniart hatte für den Kaolin von Zetlitz (Karlsbad) gefunden: W. 14,32, Kiesels. 46,49, Thonerde 39,99, für den Seilitzer (bei Meissen) fast ganz genau dieselben Zahlen, Forchhammer im Sedlitzer: W. 14,07, Kiesels. 48, Thonerde 37,6, Berthier im Elnbogener Kaolin: W. 13,9, Kiesels. 62, Thonerde 23,6. Nach den vielen Analysen, die in Violette Dict. des Analyses; 1851 stehen, scheinen sehr verschiedenartige Verhältnisse von Kiesels. u. Thonerde vorzukommen.

§. 96. Vergleichung verwitterter Gesteine mit nicht verwitterten.

Die Umwandlung feldspathähnlicher Gesteine durch die Atmosphärilien ist keine allein stehende Thatsache; auch nicht alkalihaltige Silicate sind

der Zersetzung unterworfen. Von solchen Silicaten untersuchte Ebelmen mehrere, wobei er nicht zersetzte Stücke mit verwitterten verglich. Bisilicat von Mangan wird nun nach seinen Analysen so zersetzt, dass Kieselsäure, Kalk u. Magnesia abnehmen, Eisen u. Mangan sich oxydiren u. zurückbleiben. Im Bustamit (Kiesels., Manganoxydul, Kalk etc.) waren durch die Verwitterung Kiesels. u. Kalk zum grössten Theile verschwunden, wogegen das Mangan, höher oxydirt, geblieben war. Mehr Interesse für die Mineralquellenlehre bieten seine vergleichenden Analysen verwitterter u. unverwitterter Stücke von Basalt u. Trapp: I Basalt von Crouset, a frisch, b verwittert, II Basalt von Polignac, a frisch, b verwittert, III Basalt vom Kammerbühl, a frisch, b in beginnender Zersetzung, c mehr zersetzt.

	I a	I b	II a	II b	III a	III b	III c
Wasser	4,9	16,9 [2]	3,7	3,5 [2]	4,4	9,5	20,4
Kali	1,8	,6	2,7	2,7	,8		
Natron	2,7	,9	3,1	3,3	2,7	,5	,2
Magnesia	7,	,6	3,5	2,2	9,1	7,3	3,3
Kalk	7,3	8,9	6,8	2,9	11,3	12,1	2,5
Eisenoxydul	16,6		9,5		12,1	8,3	
Eisenoxyd		4,3		4,	3,5	5,4	11,5
Thonerde	13,2	30,5	18,4	22,6	12,2	13,9	17,9
Kieselsäure	46,1 [1]	36,1	53,	58,1	43,4 [1]	43, [1]	42,5 [1]
Titanoxyd		,6					
Summen	99,6	99,4	100,7	99,3	100,5	99,5	99,3.

Es zeigt sich, dass diese 3 Basalte nicht in derselben Weise zersetzt worden waren. Reducirt man bei I alle Werthe auf 100 Thonerde, diese als unveränderlich annehmend, so sieht man, dass $^2/_3$ der Kieselsäure, die Hälfte des Kalkes, $^9/_{10}$ des Eisens, $^5/_6$ des Alkalis, über $^9/_{10}$ der Magnesia, überhaupt $^{57}/_{100}$ des Gewichtes vom Basalt verschwunden sind. Der im frischen Gestein recht deutliche Peridot ist im zersetzten nicht mehr zu sehen. Bei einer ähnlichen Betrachtung von II bemerkt man, dass nur eine sehr geringe Menge der Kiesels. mit $^2/_3$ von Kalk, Magnesia u. Eisen gelöst worden sind, während sonderbarer Weise die Alkalien blieben; hier scheint die pyroxenische Masse eher als der Feldspath zu verwittern. Bei III verliert sich aber schon in der ersten Periode der Zersetzung das Alkali zugleich mit Kiesels., Magnesia u. Eisen; in der zweiten geht auch der Kalk noch mit fort. Die erste Periode ist die Zersetzung des feldspathigen oder zeolithischen Theiles, die zweite die der Zersetzung des Augits u. des Peridots.

Späterhin hat Ebelmen noch einen Basalt von Linz (IV, a frisch, b verwittert) u. einen Trapp von St. Austell (V, a frisch, b u. c verwittert)

[1]) Mit Spuren von Titan.
[2]) Und Organisches.

untersucht u. die Werthe auf gleiche Mengen der vorhandenen Thonerde reducirt.

	IV a	IV b	V a	V b	V c
Wasser	15,	35,	11,	43,	38,
Kali	7,4	2,6	10,		
Natron	22,2	7,4		14,	13,
Magnesia	39,	29,	17,	14,	12,
Kalk	63,	43,	36,	5,	6,
Eisenoxyd	80,	78,	106,	107,	79,
Manganoxyd			3,	2,	
Titanoxyd	6,	6,	4,	4,	4,
Kieselsäure	283,	228,	325,	212,	201,
Thonerde	100,	100,	100,	100,	100,
Summen	616,	529,	631,	497,	449.

Die vorstehenden Zahlen zeigen, dass Kiesels., Kalk, Magnesia, Eisenoxyd in einzelnen Fällen u. die Alkalien überhaupt ein Bestreben haben bei der Verwitterung fortzugehen. Nur das W. ist in höherer Proportion vorhanden, im verwitterten Gestein, welches sich in seiner Zusammensetzung immer mehr dem Thone nähert.

Der Verf. zieht aus seinen Analysen folgende Schlüsse: Bei der Zersetzung der Silicate ohne Thonerde-Gehalt werden Kiesels., Kalk u. Magnesia entfernt; das Eisen kann verschwinden oder als Oxyd bleiben.

Bei den thonerdehaltigen Silicaten, welche zugleich Alkalien mit oder ohne andere Basen enthalten, concentrirt sich die Thonerde, Kiesels. zurückhaltend u. W. fixirend, während die andern Basen mit einem Theile der Kiesels. fortgehen; das Resultat dieser Zersetzung nähert sich immer mehr einem Thonerde-Silicat-Hydrat. Fast alle pyrogenen Gesteine enthalten Thonerde u. geben bei ihrer Zersetzung durch die Atmosphärilien einen thonartigen Rückstand. *)

Nach der Ansicht des Verf. ist also nicht die Gegenwart der alkalischen Basen ein nothwendiges Erforderniss zur Zersetzung der kieseligen Gesteine, es genügt dazu einfach die Auflöslichkeit der Kiesels. in statu nascendi in einfachem oder mit CO^2 versehenem Wasser. Es unterstützen sich hier das W., O u. CO^2, die Salpetersäure-Bildung u. die Wirksamkeit organischer Substanzen. Die Thonerde, unlöslich in einfachem oder kohlens. W., bleibt zurück. *Comptes rendus, 12 mai 1845 u. 10 Janv. 1848.

*) Der Verf. weist darauf hin, dass bei dieser Zersetzung O u. CO^2 gebunden werden. Aus der immensen Grösse der sedimentären Formationen lasse sich schliessen, dass ungeheure Mengen dieser beiden Bestandtheile unseres Luftkreises in der Urwelt fixirt worden sind. Man brauche aber darum keinen grössern Gehalt der urweltlichen Atmosphäre an CO^2 anzunehmen, als der der jetzigen Atmosphäre betrage, weil die Vulkane dazu bestimmt zu sein schienen, den Luftkreis zu jeder Zeit mit CO^2 zu versehen.

§. 97. Zersetzung und Löslichkeits-Verhältnisse mehrerer einfachen Silicate.

Die Silicate haben eine ungleiche Löslichkeit im W. u. werden auch verschieden leicht durch Kohlensäure aufgeschlossen oder vielmehr umgeändert. Am leichtesten bildet sich aus dem Natronsilicat Natroncarbonat. Wenn Feldspath durch kohlens. W. zersetzt wird, so bildet sich kohlens. Alkali u. kiesels. Alkali. *) Beide müssen nebeneinander bestehen können. Kohlens. Alkali nimmt ja bekanntlich die Kiesels. auf, besonders in der Wärme. Die dabei verdrängte CO^2 bildet Bicarbonat u. überlässt einen Theil Alkali der Kieselsäure. Dabei kann sich aber auch CO^2 entwickeln.

Ein häufiger Gemengtheil der Silicate ist der Kalk; seine Verbindung mit Kiesels. ist nicht so ganz unlöslich; sie fordert 5400—19400 mal ihres Gewichtes an W., so dass in 10000 Th. W. 0,5—2 Theile kiesels. Kalk gelöst sein könnten. Der kiesels. Kalk ist durch CO^2 zersetzbar. Nach *Fontan zieht derselbe sehr leicht CO^2 aus der Luft an u. braust dann mit Säuren. Zusammengesetzte Silicate verwittern um so leichter u. werden um so eher zersetzt, je mehr Kalk sie enthalten. Die M.W., welche kohlens. Natron aus zersetztem kiesels. Natron enthalten, führen darum wohl auch häufig zugleich kohlens. Kalk. Dieses Carbonat möchte aber doch wieder der Auflösung des kiesels. Natrons im Wege stehen, da es mit diesem eine unlösliche Verbindung eingehen kann.

Magnesia-Silicat ist sehr schwer löslich, da es 32400—90600 Th. W. fordert. Dennoch sind viele natürliche Magnesia-Silicate, wie Speckstein u. Chlorit auf nassem Wege gebildet. In W. mit CO^2 (oder mit doppeltkohlens. Natron) ist es wohl leichter löslich, da kiesels. Natron nicht von Magnesia-Bicarbonat gefällt wird. Magnesia-Silicat wird von CO^2 zersetzt, aber nicht im festen Zustande. In den Feldspathen ist übrigens diese Verbindung entweder gar nicht oder nur in geringen Quantitäten zu finden.

Zur Auflösung von Kalk- u. Magnesia-Silicat trägt wahrscheinlich die Gegenwart von Salmiak zuweilen bei.

Merkwürdig ist es, dass das kiesels. Alkali, ausser durch CO^2, auch durch salzs., schwefels. oder doppeltkohlens. Kalk zersetzt wird, dass

---

*) Anders urtheilt Struckmann nach seinen Versuchen. Durch Zersetzung eines leicht löslichen Silicates, das durch Zusammenschmelzen von Quarzsand mit kohlens. Kali-Natron erhalten wurde, fand der Verf., dass das alkalische Silicat vollständig von Kohlens. zersetzt wird, die Kiesels. wird gallertartig ausgeschieden. Die Abweichung dieser Resultate von denen G. Bischofs erklärt der Verf. aus der Annahme, Bischof habe das Einleiten der Kohlens. nicht lange genug fortgesetzt. Damit meint der Verf., sei auch die Ansicht Bischofs unhaltbar geworden, dass sich neben kohlens. Alkali ein saures kieselsaures bilde, u. dass alkalische Silicate neben kohlens. Alkali bei Ueberschuss an Kohlens. bestehen können. Der Verf. zieht aus seinen eigenen Versuchen vielmehr den Schluss: dass, wenn Gewässer vollständig mit Kohlens. gesättigt sind, eine vollkommene Zersetzung der darin enthaltenen Kali-Natronsilicate eintreten wird, dass daher von Feldspath abfliessende kohlensäuerliche Gewässer neben Carbonaten u. Bicarbonaten auch freie Kiesels. in Lösung enthalten, während die abfliessenden süssen Gewässer vorzugsweise neben den Carbonaten alkalische Silicate enthalten werden.

aber keine Zersetzung durch salzs. oder kohlens. Magnesia eintritt. Kohlens. Magn. kann auch neben kiesels. Magn. bestehen.

Eisenoxydul-Silicat wird nicht durch CO^2 zersetzt.

Kiesels. Strontian ist an sich leicht löslich.

So schwerlöslich auch die kiesels. Thonerde ist, da sie sich erst in dem 179000—334600fachen Gewichte W. löst, so entgeht sie doch nicht ganz der Auflösung, die wahrscheinlich durch CO^2 gefördert wird. Man findet sie ja häufig in Spalten u. Drusen, wo sie von den Gewässern abgesetzt sein muss.

Nach Dietrich (J. f. prakt. Chem. 1858, 11) wird durch destillirtes W. bei Zutritt der Luft eine Zersetzung der Gesteine u. Erden u. eine Lösung von Kieselerde, Alkalien u. alkalischen Erden bewirkt; diese wird aber bei Gegenwart von Kohlens. bedeutend erhöht. 2) Die mineralischen Bestandtheile des Bodens u. der Gesteine, insbesondere die alkalischen Erden u. Alkalien, werden durch Gegenwart von gelösten Ammonsalzen in reichlicherem Maasse löslich. 3) Dabei findet eine gegenseitige Zersetzung der Ammonsalze u. der Silicate der Alkalien u. Erden statt, wobei Ammoniak u. Kieselerde ausgeschieden u. die Säure des Ammonsalzes sich mit der Basis des Silicats verbindet. 4) Ist die Säure der Ammonsalze eine mit den alkalischen Erden in W. leicht lösliche Salze bildende, so tritt eine reichlichere Zersetzung ein, als wenn die Salze schwerlöslich oder unlöslich sein würden. 5) Wärme befördert die Zersetzung. 6) Chlorammonium verhält sich wie die sauerstoffsauren Salze des Ammoniumoxydes. 7) Die löslichen Kalksalze zersetzen die alkalischen Silicate, indem sich deren Säure mit der Basis des Silicats verbindet. 8) Die gegenseitige Zersetzung findet um so reichlicher statt, je mehr W. zugegen ist u. je löslicher die sich bildenden Verbindungen in W. sind. Dietrich liess destillirtes W. (mit oder ohne Kohlens. oder Ammonsalzen) einwirken auf Porphyr, Basalt, Glimmer, Phosphorit, humusartigen Lehmboden, geglühten Lehmboden, Gneissboden, Grauwackenboden, Boden des Rothliegenden.

Feichtinger liess die nachbenannten Silicate gepulvert mit wässerigen Lösungen von Ammoniaksalzen 14 Tage bei gewöhnlicher Temperatur in Berührung. Mit einer Solution von salpeters. Ammoniumoxyd (1 Th. Salz auf 20 Th. W.) behandelte er Stilbit u. Hornblende; von 0,69 Gr. Stilbit kamen 0,011 Gr. Kalk, von 2,86 Hornblende 0,003 Talkerde in Lösung. Chlorit 2,996 Gr. gaben an Salmiaklösung 0,005 Gr. Talkerde ab. Granat gab Kalk an eine solche Solution ab. Kohlens. Ammoniak zog aus Analcim u. Feldspath Alkali aus. Annal. d. Chem. Bd. 102, 353.

In manchen Fällen scheint die alkalische Beschaffenheit eines W. zur fernern Lösung viel beizutragen. Mesotyp z. B. gab Kieselsäure u. Thonerde an eine Natronlösung ab.

Dass im Innern der Erde durch die alkalische Beschaffenheit eines W. das Gestein zur Lösung aufgeschlossen werde, zeigt der Versuch. Kohlens. Kali in wässeriger Lösung greift die Gesteine, besonders die glasigen, nach Delesse an; Kali thut dies noch mehr. Tritt fein geriebener Bergkrystall mit einer Lösung kohlensauren Kalis in Berührung, so lösen sich bedeutende Mengen davon (Maschke).

Wie gebrannter Kalk auf die meisten alkalischen Thonerde-Silicate zersetzend einwirkt, wird manchen Lesern der chemischen Briefe Liebig's erinnerlich sein.

Wässer mit freier Säure müssen auf die Auflösung der Silicate, worin die lösliche Modifikation der Kiesels. vorhanden ist, von Einfluss sein. Derartige saure W. kommen besonders in vulkanischen Gegenden vor.

Saure Gase zerfressen in Verbindung mit dem W.-Dampfe zuweilen das Gestein, womit sie in Berührung kommen. Die CO^2 u. die aus dem SH entstandene Schwefelsäure ertheilen dem warmen W. dieses Auflösungsvermögen. Vorzüglich entstehen bei dieser Auflösung der Gesteine Carbonate von Kalk u. Magnesia, Sulfate von Eisen u. Thonerde. Das aus den Dämpfen condensirte und niedertröpfelnde W. führt dann die gelösten Stoffe mit sich hinunter.

Schwefelwasserstoff u. Schwefelmetalle als Auflösungsmittel. Pulver des isländischen Palagonits, zehn Stunden lang mit gesättigtem Schwefelwasserstoff-W. erhitzt, gab unter Bildung von Einfach-Schwefeleisen eine Lösung von Kieselerde, Schwefelcalcium, Schwefeltalcium, Natrium- u. Kaliumsulfhydrat. Nach *Fontan greift eine Lösung von Schwefelnatrium den Granit an.

Ein Beispiel der grossen Auflösungskraft der Dämpfe zeigte sich beim Neubau der Trinkqu. zu Burtscheid. Der compakte Kalk war oberhalb des jetzigen W.-Spiegels (freilich auch noch unterhalb desselben) höhlenförmig ausgefressen u. mit einem weissen pulverigen Ueberzuge bedeckt. *)

Organische Substanz als Vermittler der Auflösung. Für das Eisenoxyd ist die Desoxydation durch organische Substanz das gewöhnliche Mittel um als eine Eisenoxydul-Verbindung (kohlensaures oder quellsaures Eisenoxydul) löslich zu werden.

§. 98. Auflösung der Gesteine durch das schon mineralisirte Wasser.

Die auflösende Kraft des W. wird namentlich von Stifft durch die Veränderung des Gesteins in bedeutenden Tiefen in der Nachbarschaft einiger M.Qu. anschaulich gemacht. Nicht leicht würde, glaubt er, eine ungefasste M.Qu. gefunden werden, die nicht einem sumpfigen Boden entstiege. Bei Süsswasserqu. fände sich zwar etwas Aehnliches, doch in geringerm Grade u. nur dann, wenn das Oberflächengestein dem W. eine leichte Einwirkung gestatte oder wenn dasselbe von Thon- oder Mergelboden bedeckt werde. Bei der Fassung der Fachinger u. Marienfelser Mineralqu. erschien das Gestein gefäult. Bei der Niederselterser Qu. fand man bis zu der jetzt bekannten Tiefe der Fassung kein unangegriffenes Gestein. Bei dem Wiesbadener (nicht alkalischen) Kochbrunnen u. dem Weilbacher (alkalischen) Schwefelbrunnen fand man in den obern Tiefen des Zuführungskanales mehr oder minder bedeutende Höhlungen, die man zum Theil als eine Folge vorheriger Auflösung des Gesteines anzusehen berechtigt wird. Eine solche Einwirkung des W. auf das damit in Berührung stehende Gestein wird noch schneller sichtbar an den Steinen, die man zur künstlichen Fassung derselben anwendet. Es ist bekannt, wie schnell solche steinerne

*) Ueber die Höhlenbildungen im Kalkstein s. G. Bischof Geol. II, 1129 u. 1173.

Fassungen angegriffen werden. *Stifft, Geognost. Beschr. des Herzth. Nassau; 1831, S. 585 u. 588. Aehnliches ist zu Wildungen am natürlichen Gesteine bemerkt worden. In der Nähe des Salz-, Thal-, Stadt- u. Reinhardshauser Brunnens wird eine Auflösung des Thonschiefers bis zum Weichen u. Zerreiblichen bemerkt. Vorzüglich bemerkt wird dieses Aufgelöstsein des Schiefers in den Umgebungen des Salzbrunnens, woselbst sich am Ausgehenden der Schichten das Gestein in eine zerreibliche erdige Masse verwandelt, deren verblichene Färbung durch die Wirkung von inkrustirenden Qu. oft in eine weisse übergeht. Die zahlreichen Diabaskuppen der Wildunger Umgebungen zeigen nirgends eine solche Auflösung als nahe beim Reizenhagner Brunnen, indem sich hier der Diabas in einen körnigen, fettig anzufühlenden Grus verwandelt hat. Etwas geringer ist die Veränderung des Diabas beim Thalbrunn. Der Schalstein in der Fachinger Qu. hat eine ähnliche noch stärkere Auflösung erlitten. (Drevers u. Wiggers, die Mineralqn. bei Wildungen; 1835, S. 19.) Kirchgessner fand in dem Quellenschachte der Bockleter Sauerwässer einen Basaltkies, der theils so weich wie Wachs, theils so hart wie Basalt war; Sorg sah solchen, der durch Verwitterung wie eine Bienenwabe aussah, mit markiger Masse gefüllt. Der Granitgrus auf dem Boden des Liebensteiner Säuerlings ist in völlig zersetztem Zustande. Die zum Theil röthlichen Quarzkörner sind mit Kaolin überzogen u. von Resten des Feldspathes kann man weder mit bewaffnetem Auge noch mit Hülfe des Löthrohres die mindeste Spur wahrnehmen. Selbst nur sehr wenige tombackbraune, zu einer braunen Perle schmelzende Glimmerblättchen lassen sich darin entdecken; jedoch ist eine grüne poröse Masse, vielleicht von zersetztem Glimmer oder Chlorit herrührend, in ziemlicher Menge beigemengt. *)

Auf dem Terrain, wo die Aachener Kaiserquelle u. viele andere Schwefelthermen ausbrechen, ist der compakte Kalk grossentheils faul, erweicht u. an Gewicht leichter geworden. Ein grösseres Stück Kalkstein, das lange auf dem Boden einer Qu. gelegen hat, ist von allen Seiten angefressen u. stark ausgehöhlt. Ueberall ragen die Kanten der dünnen Quarzschichten über die ausgefressenen Flächen hervor, weil diese weniger leicht zerstört wurden, als der kohlens. Kalk. Doch zeigt die Sohle der Kaiserquelle noch ein ganz festes unzersetztes Gestein.

Auffallender Weise liessen die alkalischen Qu. von Ems, obwohl sie alkalisch sind, beinahe gar keine Einwirkung auf das Gestein ihrer Mündungen bemerken. Die Ränder der Zerklüftungen in der quarzigen Grauwacke waren scharfkantig u. rein, wie frisch entstanden.

Die hier besprochene Einwirkung des fertigen M.W. auf das Gestein, lässt auch eine ähnliche Wirkung dieser W., so lange sie noch in der

---

*) Der gegenseitige Einfluss der Thermen u. des nahen Terrains, kann eine Erweichung, Aushöhlung u. Zerstörung des Gesteins u. so eine Infiltration u. einen Verlust von W. herbeiführen. Die Qu. Reine u. Grotte zu Luchon wurden bei Regen überschwemmt, wodurch die Qu. Ancienne Blanche entstand. Diese 3 Qu. derselben Gruppe kamen aber aus einem Pegmatit-Block, der durch das Schwefelwasser durchaus zerstört war. Das Gestein war durch Schwefelsäure, die sich in seinen Spalten gebildet hatte, zu einem klebrigen Thone verändert; es liess daher den Zutritt von Regenwasser u. den Verlust von Schwefelwasser zu.

Erde hausen, auf das Muttergestein u. eine immer weitere Aufschliessung desselben vermuthen.

§. 99. Modification der Löslichkeitsverhältnisse der in den Gesteinen enthaltenen Bestandtheile.

Die Bestandtheile, welche in den Gesteinen enthalten sind, verhalten sich in ihnen nicht ganz in der Weise, wie wenn sie einzeln dem Wasser geboten würden, sondern die Gesteinsmasse hält den einen Bestandtheil mehr, den andern weniger zurück. Vielleicht sind die Bestandtheile mehr oder weniger mit W. ausziehbar, je nachdem sie zur chemischen Constitution gehören oder accessorische Beimischungen u. spätere Zukömmlinge sind, je nachdem sie mit dem einen oder andern Stoffe näher verbunden sind, oder je nach den Löslichkeitsverhältnissen der zu erzeugenden Produkte. Wenn wir chemische Agentien auf die Gesteine einwirken lassen, sehen wir zuweilen etwas Analoges. Karsten hat z. B. die Bemerkung gemacht, dass aus gewissen innigen Gemengen von Kalkstein u. Dolomit, der selbst wieder aus bestimmten Verhältnissen von kohlens. Kalk u. kohlens. Magnesia besteht, durch verdünnte Essigsäure bei einer Temperatur unter 0^0 der kohlens. Kalk allein, mit Hinterlassung von normalem Dolomit abgeschieden werden kann. Die eigentlichen Kalksteine brausen schon, wenn sie in grössern Stücken mit kalter Säure benässt werden; die Dolomite dagegen lassen das Aufbrausen erst dann recht deutlich wahrnehmen, wenn man ihr Pulver in erwärmter Säure behandelt. So ist auch nach Suckow's Angabe Bitterspath, der aus gleichen Mischungsgewichten kohlens. Kalks u. kohlens. Magnesia besteht, in der Kälte unlöslich in kohlensäurehaltigem W., während Kalkspath davon gleich angegriffen wird. Selbst mit Salzsäure in der Kälte behandelt braust ganzer Bitterspath nicht auf. Das mit Kalkspath nur etwa 2 Stunden in Berührung gelassene W. trübt sich stark durch oxalsaures Kali, während das mit Bitterspath selbst 14 Tage lang gestandene, an CO^2 gleich starke W. gegen oxalsaures Kali sowohl als auch gegen phosphors. Natron-Ammoniak durchaus keine Reaktion gibt. So besteht auch der Tropfstein mehrerer Magnesiakalksteine nur aus kohlens. Kalk. Der eisenfreie Dolomit ist ausgezeichnet durch Unverwüstlichkeit, durch die Kraft, womit er den Atmosphärilien widersteht, wovon Schroffheit u. Unfruchtbarkeit seiner Gehänge u. die Brauchbarkeit dieses Gesteins zu Bildwerken nothwendige Folgen sind. Eisengehalt macht ihn verwitterbar. (Vgl. Suckow, Verwitterung; 1848.)

Manche Steine sind eine Mengung verschiedener Minerale, die sich selbst gegen starke Auflösungsmittel sehr abweichend verhalten.

Ein von Redtenbacher (Poggend. Ann. 48. B., 491) untersuchter Phonolith aus der Gegend von Töplitz enthielt A in Salzsäure lösliche, B unlösliche Theile u. ein Basalt von Stolpen, den Finding (Rev. scient. et ind. VII, 77) untersuchte, enthielt C lösliche, D unlösliche Theile *):

---

*) Bei dem von Struve angestellten, S. 148 referirten Auslaugungs-Versuche wurde Basalt von Stolpen gebraucht.

	A	B	C	D
Kali	3,557	4,932	2,795	
Natron	12,108	6,324	5,279	
Magnesia	1,261	1,498	4,379	8,26
Kalk	1,034	,34	7,857	15,49
Kupferoxyd	,025			
Eisenoxydul	2,497		17,75 [2])	10,63 [2])
Manganoxyd	,638			
Thonerde	29,238	18,937	21,266	11,93
Kieselsäure	41,22	66,961	39,92	52,62
Summen	100, [1])	98,992	99,246	98,93

Im verwitterten Phonolithe u. Basalte fand bei Vergleichung derselben mit dem frischen Gestein schon Struve das Kali im Verhältniss zum Natron sogar absolut gewachsen, während das Natron sehr abgenommen hatte.

Etwas Aehnliches tritt nun bei der natürlichen Zersetzung vieler Gesteine ein, aus denen nicht alle Substanzen gleichmässig ausgezogen werden.

§. 100. Ist vermehrter Druck ein Beförderungsmittel der Auflösung fester Substanzen?

Eine Steigerung des Drucks wirkt nicht merklich fördernd auf die Auflöslichkeit nicht elastischer Substanzen. Kochsalz wurde unter einem Drucke von 67—100 Atmosphären nicht löslicher, als es sonst ist u. Palagonit, dem Islands Thermen ihre Kieselsäure verdanken, löste sich nur spurweise unter 103 Atmosphären Druck, wogegen er sich beim Kochen mit W. unter gewöhnlichem Luftdrucke in weit erheblicherer Menge zersetzte u. löste.

Wenn ein unter dem Drucke mehrerer Atmosphären mit CO^2 gesättigtes W. die Gesteine besser löst als ein unter gewöhnlichem Drucke gesättigtes, so hängt diese höhere Lösungsfähigkeit wohl von dem grössern Reichthum an CO^2 im W. ab, nicht direkt vom höhern Drucke.

Der höhere Wasserdruck setzt aber bei Quellen in der Regel auch einen tiefern Lauf des W. u. deshalb eine höhere Temperatur, als an der Erdoberfläche zu herrschen pflegt, voraus. Die Wärme ist aber wieder ein vorzügliches Beförderungsmittel der Auflösung.

§. 101. Aufschliessung der Gesteine durch hohe Temperatur.

Wärme begünstigt die Zersetzung der Mineralien.

Nach den Versuchen von Damour löst destillirtes W. bei Siedhitze eine bedeutende Menge von Kiesels. u. von natürlichen Silicaten auf. Compt. rend. 1847, XXIV, 182. Annal. des mines 4. sér., 1849, XV, 39.

Nach Senarmont u. A. nimmt reines W., in geschlossenem Glase stark erhitzt, Spuren Kieselsäure daraus auf. Vgl. S. 150.

Daubrée that in eine Glasröhre 20—30 C.C. W. u. nachdem die in der Röhre befindliche Luft durch Erwärmung möglichst verdünnt war,

---

[1]) Noch 8,422 W. u. Verlust.
[2]) Oxyd oder Oxydul.

wurde die Röhre zugeschmolzen, dann in eine Eisenröhre gebracht, der Zwischenraum zwischen beiden Röhren mit W. angefüllt, u. das Ganze wohlverschlossen einer Hitze von 400⁰ ausgesetzt; als nach Verlauf einiger Wochen die Röhren geöffnet wurden, war das Glas in eine durchsichtige Masse umgewandelt, hatte um ¹/₆ an Dicke gewonnen u. eine schieferige Textur angenommen. Das W. hielt kiesels. Natron gelöst. In ähnlicher Weise verfuhr er mit Obsidian, einer vulkanischen Glasmasse; der Obsidian verlor seinen Glanz u. wandelte sich in krystallinischen Feldspath um.

Jeffreys unternahm zahlreiche Versuche um die Wirkung des Wasserdampfes auf die Silicate zu zeigen. Biblioth. de Genève XXIX, 417. Annal. des mines 3. sér., 1841, XIX, 474.

Feldspath, dessen Formel der des Alauns ähnlich ist, wurde von Tilghmann W.-Dämpfen von hoher Temperatur ausgesetzt u. dadurch so weit aufgeschlossen, dass er, nach dieser Behandlung zerstossen u. mit W. ausgekocht, eine stark alkalische Flüssigkeit lieferte. Was der Wasserdampf thut, geschieht auch durch W. von hoher Temperatur. Forchhammer kochte Feldspath mit W. im Papinischen Topfe. Bei 120—178⁰ war die Zersetzung des Gesteins offenbar. Er erhielt alkalische Laugen, aus denen er Kali abscheiden konnte, namentlich mit W. von 222⁰.

Mancher Feldspath mag durch eine frühere Berührung mit heissem W. oder mit Wasserdämpfen schon eine solche Zersetzung erlitten haben u. dadurch auch für kaltes W. theilweise löslich geworden sein.

Ist die hohe Wärme aber nicht auch ein Hinderniss der Umwandlung des kiesels. Natrons in kohlensaures dadurch, dass bei erhöhter Temperatur die Kieselsäure eine stärkere Säure als Kohlensäure wird? Sind nicht aus dieser Ursache viele warme W. arm an Salzen, weil sich kein Natroncarbonat bilden konnte? Die W., welche viel kohlensaures Natron enthalten, sind häufiger kalt als warm.

Alle isländischen Gesteine werden durch heisses W. zersetzt, indem sie sich in saure u. basische Silicate spalten, wovon die letztern gelöst werden, die erstern als unlösliche Thonlager zurückbleiben. Bei 100—106⁰ mit W. behandeltes Palagonitpulver gab an 10000 W. Kieselerde 0,372, Natron 0,082, Kali 0,016 ab. (Kommt mit CO^2 gesättigtes W. mit dem Palagonit in Berührung, so löst sich von allen seinen Bestandtheilen mit Ausnahme des Eisenoxyds u. der Thonerde etwas auf.)

Glühhitze bereitet die Gesteine auf die Auflösung vor. Geglühter Mesotyp gab, wenn er mit warmem destillirtem W. nur 24 Stunden digerirt wurde, Kiesels. an's W. ab; der nicht unbeträchtliche Rückstand des abgedampften W. enthielt auch Natron u. Thonerde (Damour?). Geglühte u. zerstossene Flusskiesel gaben an kaltes kohlens. W. bei 3 Atmosphären Druck in einigen Stunden 4,1 Z.T. festen Gehalt ab, worunter 3,8 Thonerde, Eisen, Kali, 0,3 Kieselsäure (Struve in *Annal. d. Struv. Brunnenanst. 2. H. 1842). Wurde ein röthlicher, aus grössern u. kleinern krystallinischen Stücken bestehender Feldspath, worin 7,6 % Kali, 2,6 % Natron waren, geglüht, gröblich gepulvert u. bei 8⁰7 unter einem Drucke von 3 Atmosphären mit kohlens. W. behandelt, so floss in ¹/₄ St. ein M.W. ab, worin Kali 0,14, Natron

Spuren, Thonerde u. Eisenoxyd 0,243, Kiesels. 0,5 ausser andern Stoffen waren. Ein zweiter Versuch mit ebenviel Material (7 Pfund) aber mit warmem kohlens. W. (anfangs 56—62°, am Ende 22°5) unter gleichem Drucke ergab in Lösung Kali 0,105, Natron Spuren, Thonerde u. Eisenoxyd 0,18, Kiesels. 0,066; also weniger wie beim vorigen Versuche, wohl weil bei der höhern Wärme die absorbirte CO^2 geringer war. (Ibid.)

In den flandrischen Städten, wo fast alle Gebäude aus Backsteinen aus gewöhnlichem Töpferthon bestehen, bemerkt man oft an den Mauern ausgewitterte Salze, die, wenn sie vom Regen abgewaschen werden, bald wieder zum Vorschein kommen. Es sind dies angeblich kohlensaure u. schwefelsaure Salze. Hier ist durch das Brennen eine Zersetzung eingeleitet worden, deren Resultat die Bildung jener Salze ist.

Die Gegenwart von Chlornatrium kann die Aufschliessung gewisser Stoffe in der Glühhitze vermitteln. Werden Basalt, Glimmerschiefer, Granit, Mergel, Lehm mit Kochsalz geschmolzen, so nimmt dieses Fluor, Phosphors. u. Kalk auf u. es bildet sich Fluor-Chlorapatit (Forchhammer).

§. 102. Brennende Steinkohlenflötze als Auslaugestätten.

Steinkohlenbrände sind in den meisten Fällen die Folge einer Selbstentzündung, welche besonders durch einen häufigen Eisenkiesgehalt der Kohle begünstigt wird; indem sich nämlich der Eisenkies durch Oxydation in Eisenvitriol verwandelt, wird Wärme entwickelt, welche sich allmälig bis zu dem Grade anhäuft, dass die Kohle zum Erglühen kommt u. bei einigem Luftzutritte dann von selbst fortbrennt. Solche Brände entstehen in der Regel nur im abgebauten Felde, worin viel Kohlenschutt zurückgeblieben ist. Der in der Tiefe stattfindende Kohlenbrand verräth sich durch Rauchsäulen, welche nicht selten Schwefel, Salmiak u. andere Salze absetzen. Ein solcher Kohlenbrand dauert z. B. im Zwickauer Steinkohlengebirge schon seit langer Zeit fort. Wichtiger für die Bildungsweise der M.W. ist der seit Jahrhunderten brennende Berg bei Cransac (Aveyron-Departement). Die dortigen kalten Qu. (sie wechseln zwischen 8—12°) entstehen aus Regenwasser, das sich unmittelbar im Kohlenklein mineralisirt. Dieser Detritus, bestehend aus Kohlenschiefer u. Kohle mit Eisenkies u. bituminöser Materie, schreibt sich von Zerstörungen u. alten Ausbeutungen der Gruben her. Die Terrainformation bringt es mit sich, dass sich das Regenwasser in Mulden anhäuft u. langsam durch die brennenden oder vielmehr schon verbrannten Stellen durchfiltrirt. Diese Qu. sollen schon 900 Jahre bekannt sein. Ihre W.-Menge ist jährlich 26300 K.M.; doch richtet sich diese nach der Regenmenge. Die Stoffe, welche aus dem Gestein ausblühen, sind verschiedener Art, schwefels. Thonerde oder schwefels. Magnesia oder Schwefelarsen; nach einer Analyse Schwefel 83,6, Arsensulfür 10,28, Schwefel 3,68 etc.; nach einer andern schwefels. Thonerde mit Kali 62, freie Schwefels. 11,47, Eisen etc. Die löslichen Stoffe löst nun das W. auf, natürlicher Weise in sehr wechselnden Verhältnissen, so dass das W. zu einer Zeit viermal stärker als zu einer andern Zeit sein kann. Die auf der halben Höhe des Berges entspringende mächtige obere Richard-Qu. (Douche-Qu.) scheint weniger zu wechseln als die untere

Richard-Qu., welche ihren Hauptbestandtheilen nach zu 2 Zeiten (I Aug. 1849 u. II April 1850) in folgender Weise mineralisirt war.

Cransac. In 10000:		I	II
Schwefels.	Magnesia	22,9	10,2
»	Kalk	24,1	13,2
»	Thonerde	20,8	18,
Fester Gehalt		68,4	41,9.

Ausserdem Salzsäure, Phosphorsäure, Salmiak, Kali, Natron, Eisen, Mangan, Schwefelarsen etc.

Mehrere der dortigen Qu. enthalten, wenigstens zu Zeiten, freie Säuren. Zuweilen scheint auch viel Eisensulfat vorzukommen.

§. 103. Auslaugung vulkanischer Auswürflinge und Lösung vulkanischer Edukte.

Hinc etiam salsum fontes traxere saporem,
Et longe laticem ingratus infecit amaror
Tellure incocta exudans, cinerique maligno,
Quem liquit quondam accensis fornacibus ignis,
Post aevo extinctus longo monumenta reliquit
Exustum cinerem et cocto salia subdita saxo.
Pontanus.

Die vulkanischen Produkte kommen in zweifacher Hinsicht bei der Bildung der M.W. in Betracht; erstens als feste, resp. flüssige Stoffe, die vom W. aufgenommen oder ausgelaugt werden, zweitens als Gase u. Dämpfe, die in elastischer Form dem W. mitgetheilt werden. Doch ist es oft kaum möglich zu bestimmen, ob die Mittheilung in fester oder flüchtiger Form stattfindet.

Die Menge der in einem Jahre von reichhaltigen Qu. hinaufgebrachten Salze ist, wie wir (§. 18) sahen, oft erstaunlich gross. Es möchte vorab darum die Frage nicht unnütz sein, in wie fern mit dieser Salzmenge die Quantität der Salze zu vergleichen sei, welche in vulkanischen Auswürflingen zuweilen zu Tage gebracht werden. Man hat nur wenige Berechnungen darüber, wie gross die Masse von derartigen vulkanischen Edukten ist. Wenn aber ein Vulkan auf Java bei einer kleinen Eruption in 3 Stunden an 330 Millionen Centner Asche auswarf (Junghuhn Java II, 1854), so kann man sich schon in etwa einen Begriff von der Menge löslicher Salze machen, die darin enthalten waren. Denn, sollte die Asche 30 Z.T. ihres Gewichtes an solchen Salzen enthalten haben, so wäre damit schon 1 Million Centner davon hinaufgeschleudert worden, so viel als die Sauerwässer des Vichy'er Beckens etwa in 31 Jahren ans Licht führen. Sollte uns dies aber auch noch kleinlich vorkommen, so lasse man sich sagen, dass der Vulkan Temboro 1815 mehr als dreimal und ein Vulkan in Island 1783 sechsmal so viel Asche auswarf, als das Volumen des Montblanc beträgt, d. h. 2760000 Millionen K.F., was also wohl 30000—60000mal so viel als jene 330 Millionen Centner ist, also genug um 9—18 hunderttausend Jahre die W. des Beckens von Vichy mit Salzen zu versehen. Sicher ist aber die Asche gewiss viel reichhaltiger als oben veranschlagt wurde. So fand Lancelotti in 10000 Gr. der zu Neapel 1822 gefallenen Asche etwa 170 Gr. in W. löslicher Salze

(besonders Gyps, auch Thonerde, Koch- u. Glaubersalz). Dass sich auch in den vulkanischen Aschen Natroncarbonat findet oder bildet, worauf es bei den hier angezogenen Wässern von Vichy grade ankommt, ist bekannt; so blüht Natroncarbonat aus dem Trass bei Brohl, einer vulkanischen Asche, hervor. Es können also die Vulkane, die um Vichy herum liegen, in ihrem Innern bequem so viel Stoffe bergen, dass Jahrtausende die dortigen Sauerwässer daran zehren können.

Man kennt viele Lavaströme von erstaunlicher Ausdehnung, z. B. haben einzelne Eruptionen eine Gesammtmasse von fast 700—2500 Millionen K.F. ausgespieen, was Würfeln von 900—1360′ Höhe entsprechen würde. Man kann daraus auf die Grösse der in einem solchen Würfel enthaltenen Salzmenge schliessen, wenn die löslichen Salze auch nur 1 % dieser Quantitäten ausmachten. Die von den Vulkanen entleerten Laven sind also möglicher Weise für die Bildung von M.Qu. unerschöpfliche Fundgruben.

Vulkanische Eruptionen bringen nicht selten grosse Massen von isolirten Salzen, namentlich von Kochsalz, ans Licht. So wirft der Hekla zuweilen viel Kochsalz aus. Unter den Salzen aller Produkte des Vesuvs herrscht das Chlornatrium vor; öfters werden davon ungeheuere Mengen ausgeworfen. Hier stimmt es, was die Zumengung anderer Salze betrifft, nicht überein mit der Salzmischung des nahen Meerwassers, das etwa in den vulkanischen Heerd eingedrungen u. ausgetrocknet sein könnte. In einem Falle enthielt es sogar viel mehr Chlorkalium als Meersalz. Eine am Krater des Vesuvs plötzlich erschienene Salzmasse, welche von den Einwohnern der benachbarten Dörfer zum Hausgebrauche weggeholt wurde, bestand nach Laugier aus Chlornatrium 62,9, Chlorkalium 10,5, schwefels. Natron 1,2, schwefels. Kalk 1,1, Kieselerde 11,5, Eisenoxyd 4,3, Thonerde 3,5, Kalk 1,3 (Summe 96,3). Das Kochsalz gehört aber oft weniger zu den festen als zu den gasigen Produkten der Vulkane.

Die Vulkane fördern die meisten Stoffe, welche vom W. gelöst werden könnten, in elastischer Form hinauf. Die Laven exhaliren vorzugsweise Kochsalzdämpfe. (Cf. S. 142.) Bei der Eruption des Vesuvs vom 1. Mai 1855 fand St. Claire-Deville ganz trockene Fumarolen, die sehr schwach rochen, Lakmus rötheten u. hauptsächlich aus Chlornatrium bestanden; sie waren frei von Fluor, wahrscheinlich auch von CO^2, aber gemengt mit einer Spur schwefelsaurer Salze; diese Dämpfe, welche aus den Spalten der fliessenden Laven hervorbrachen, waren weit über 260° heiss. Deville glaubt, dass die geschmolzene Lava diese Stoffe in ihren Poren zurückhalten könne u. sie erst bei einem gewissen Grade der Abkühlung fahren lasse. Die bezeichneten Fumarolen kommen auch am Gipfel des Vulkanes noch vor. Einige derselben verschwanden schon einen Monat nach der Eruption. (Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. VII.) Die wirkliche Sublimation des Chlornatriums aus der vulkanischen Tiefe ist nach v. Gräfe (Gasquellen; p. 9) nicht zu bezweifeln.

Wie Kochsalz, so kommt auch Salmiak nicht selten aus Vulkanen hervor. Manche leuchtende u. brennende Berge in Hochasien liefern eine Menge Salmiak, der als heisses Gas aus der Erde steigt u. in Hütten gesammelt wird. (Ritter Erdk. II, 560.) Der Vulkan Turfan in China bei Ho-tscheou (Feuerstadt) producirt Salmiak in reichlichem Maasse; dieser findet

sich auf ihm in einer grünlichen Flüssigkeit, die man in Höhlungen ansammelt, aus welcher durch Verdampfen das Salz (Noa-scha) in Form kleiner Zuckerhüte abgeschieden wird. 45 Ml. weiter nach NW am Flusse Kobok ist ein Hügel, dessen zerklüftetes Gestein eine hohe Temperatur zeigt; am Gestein sitzen dichte Krusten Salmiak fest an. (*Landgrebe Physik. Erdkunde; 1861.) Auf den Laven des Aetna kommt Salmiak sehr oft u. reichlich vor, seltener auf denen des Vesuvs. (Vgl. Naumann Geognos. I, 162.) Zuweilen scheint er sich freilich erst aus den organischen Stoffen zu bilden, welche von den Lavaströmen verbrannt wurden; in andern Fällen entsteht das Ammoniak aus einer Verbindung von Azot mit Hydrogen innerhalb der Lava selbst, wenn nicht im vulkanischen Heerde, so doch an der Luft. In der Solfatare kommt Salmiak in merklich grösserer Menge vor als an der Kraterwand des Vesuvs.

Auch Chloreisen u. Chlorkupfer werden oft von den Lavaströmen ausgehaucht. Eisenchlorid kommt bei einer Temperatur, welche der Rothglühhitze nahe steht, in den Rauchsäulen des Vesuvs vor, aus welchen Monticelli u. nachher Davy es in Glocken auffingen. Chlorkupfer kommt in trockenen, fast rothglühwarmen Rauchsäulen vor u. färbt die Felswände grünlich u. blau. Es wurde besonders in den Dämpfen der Lava des Vesuvs vom J. 1805 viel gefunden. Davy beobachtete auch Chlorkobalt in den beim Erkalten der Laven sich verdichtenden Dämpfen. Alle diese Chloride sind in hoher Hitze flüchtig; selbst Chlorkalium verflüchtigt sich in Weissglühhitze.

Exhalationen von Salzsäure, welche vielleicht erst aus Chloriden hervorgegangen ist, aber auch wieder zur Bildung von Chloriden Anlass geben kann, oder solche von schwefeliger Säure oder von Schwefelsäure sind an den Vulkanen oft beobachtete Erscheinungen. Diese Art von Fumarolen waren nach der Bemerkung von Deville am Vesuve höher gelegen, als die der Chloride; auch sie überschritten noch weit die Siedhitze des W., schienen W. zu enthalten u. waren sauer von Salzsäure u. etwas Schwefelsäure. Diese Säuren theilen sich nun den Gewässern in Dampfform oder in flüssiger Form mit. Beim Vesuv-Ausbruche vom Dez. 1861 beobachtete ein Augenzeuge, dass das W. an verschiedenen Plätzen, die er besuchte, einen scharfen sauren Geschmack hatte; wogegen der Hauptbrunnen, welcher die ganze Stadt früher mit W. versehen hatte, zwar in siedender Bewegung befunden wurde u. einen um mehrere Palmen höhern Stand einnahm, aber doch in seiner Beschaffenheit sich wenig verändert zeigte. Am Vulkane Chipi-cani (17⁰ 15′ südl. Br., Bolivia) ist eine Solfatare, welcher stets gesäuerte Dämpfe in grosser Menge entsteigen, deren Verdichtung das W. des Rio Azufrado seine eigenthümliche Beschaffenheit verdankt. Die sogenannten Solfataren sind Schwefelfelder, auf denen unter Beihülfe vulkanischer Hitze aus Schwefelwasserstoff Schwefel abgeschieden wird. Sie pflegen die Bildungsstätte von M.Wässern zu sein, in denen die Schwefel- oder Salzsäure vorherrscht. Bei der Besprechung der Salzsäure werden wir mexikanische, einem vulkanischen Boden entspringende Thermen kennen lernen, die fast nur durch freie Salzsäure mineralisirt sind. Bekannter sind andere, die neben Salzsäure eine grössere Menge Schwefelsäure im freien Zustande enthalten; ich denke (§. Schwefelsäure) auf dieselben zurückzukommen. Hier sei nur daran erinnert, dass diese Säuren, wo sie das

Gestein berühren, salzsaure u. schwefelsaure Salze bilden, die dann vom W. gelöst werden können.

Ob Natronsulfat u. andere Sulfate gebildet sublimiren oder sich erst nachher bilden, scheint nicht gehörig erforscht zu sein. »Unter den verschiedenen Kalkanflügen zeichnen sich die schwefelsauren durch ihre Beständigkeit aus; sie schiessen in Nadeln oder verlängerten Blättchen, bald flocken-, bald blumenkohl- u. perlenförmig an, erscheinen bei vollkommener Reinheit blendend weiss, mit Eisenoxyd verbunden gelblich, mit Chlormangan geeinigt roth getüncht, u. tragen zu dem heiteren bunten Schmuck der finstern Kraterwände vielfältig bei« sagt v. Gräfe. Magnesia u. Kali begleiten die Natronsalze häufig; besonders sollen Kalium-Verbindungen öfters vorkommen. (Nach A. Mitscherlich nimmt schwefels. Kali, wie auch schwefels. Natron, in der Weissglühhitze an Gewicht ab.)

Mangan ist vielen sublimirten Salzen beigegeben. Die im Krater nicht seltenen perlmutterglänzenden, rosigen, schwefelsauren Kalkblättchen haben ihre schöne Tünchung von Chlormangan.

Borsäure ist ein häufiges flüchtiges Produkt des Kraters der liparischen Insel Vulcano u. kommt auch in andern vulkanischen Gegenden vor, wo es sich in Dampfform den Wässern mittheilt.

Kohlens. Natron soll auch als vulkanisches Exhalat auftreten.

Spiessglanzverbindungen fanden sich nach der Eruption des Vesuvs von 1822 vor. Blei u. Schwefelarsen gehören vielleicht mehr den Laven an.

Bei mehreren der genannten Stoffe ist es schwer zu entscheiden, ob sie in flüssiger Form in der Lava oder ausserhalb derselben in Gasform dem Krater entstiegen sind.

So häufig die kaustisch sauren W. bei den Vulkanen sind, so selten wurden kaustisch alkalische W. an ihnen beobachtet. Abgesehen von einzelnen Thermen, die vielleicht zu den schwach kaustischen Wässern zu rechnen sind, (z. B. die in einer vulkanischen Gegend gelegene Therme von Bertrich, wobei nach der jetzigen Analyse die Säuren, einschliesslich der Kieselsäure, nicht zur Neutralisation ausreichen), weiss ich hier nur ein sehr alkalisch reagirendes W. zu Salles bei Rodez zu nennen, worauf Blondeau aufmerksam gemacht hat. Dies W. entwickelt kein Gas bei seinem Hervorkommen, obschon dies mit Gewalt geschieht. Es übt eine zerstörende Wirkung auf Holz aus u. inkrustirt, nachdem es eine Cascade von 40 Meter Höhe gebildet hat, wodurch es mit der Luft in vielseitige Berührung gekommen ist, die Gegenstände, die es berührt. Am Ursprunge besitzt es 0,0714 (Promille?) Salze, wohl 0,714 in 10000, nämlich (ausser Kochsalz 0,023, Chlormagnium 0,031, Chlorcalcium 0,054, schwefels. Magn. 0,034) kaustischen Kalk 0,401
kaustische Magnesia 0,138, zu deren Neutralisation Kieselsäure 0,017 u.
Thonerde 0,0167, auch wenn man letztere zu den Säuren rechnen wollte, nicht ausreichen würden. Es wäre freilich sonderbar, wenn das W. gar keine CO^2 enthielte. Aber die kaustische Beschaffenheit des aus Liaskalk entspringenden W. findet darin genügende Erklärung, dass kaustischer Kalk in »enormen« Fragmenten in den Laven (dortiger Gegend?) vorkommt. *Compt. rend. Juill. 1852.

Ueberblickt man die oben genannten vulkanischen Produkte, so finden sich einige darunter, z. B. Kupfer, Borsäure, Salmiak, die in solchen Wässern, welche nicht in der Nähe noch thätiger Vulkane fliessen, nur in unbedeutenden Mengen vorkommen, wogegen andere (z. B. Kochsalz) zwar allgemeiner u. massenhafter in den Wässern auftreten, aber eben damit zeigen, dass in den meisten Fällen die Quellen keine vulkanische Bildungsstätte haben.

Der Umstand, dass nicht blos die Gase der M.W. (*N*, CO^2, *SH*), sondern auch fast alle ihre Bestandtheile häufige Produkte der Vulkane sind, hat die Wichtigkeit der vulkanischen Thätigkeit für die Bildung der M.W. überschätzen lassen. Das Wahre dabei ist, dass sowohl in und auf thätigen u. erloschenen Vulkanen, wie an andern Orten das W. Mineralstoffe aufnehmen kann.

Die Ableitung der M.W.-Bildung aus den vulkanischen Werkstätten pflegt mehr als die Auslaugungstheorie an Unbestimmtheit der Vorstellungen zu leiden.

§. 104. Mangelhaftigkeit der Theorie über die Bildung der Mineralwässer durch Auslaugung der Gesteine.

Die schwache Seite der Auslaugungstheorie bleibt der Umstand, dass die sauren oder die Säure vertretenden Bestandtheile der Salze (namentlich Schwefelsäure u. Chlor) in der grossen Mehrzahl der Gesteine nicht in hinlänglicher Menge nachgewiesen sind. Doch kann ja das W. diese Bestandtheile auch anderswo aufgenommen haben, während es aus den Gesteinen Kalk, Magnesia, kohlens. Natron etc. annimmt.

O. Volger sprach sich auf der 37. Naturforscher-Versammlung zu Karlsbad (Spengler Balneol. Bericht; 1863) in folgender Weise aus: „Rücksichtlich des kohlens. Natrons, des Glaubersalzes u. des Chlornatriums, welche in dem Karlsbader W. sind, pflegt man sich nun freilich seit Struve's schönen Versuchen mit der Bemerkung abzufinden, dass Struve alle Bestandtheile des Sprudelwassers im Karlsbader Granite nachgewiesen habe; ja, es wird diese Nachweisung häufig sogar in solcher Weise berichtet, als sei durch eine blosse Auslaugung des Granites vermittelst kohlensäurehaltigen Wassers letzteres geradezu in künstliches Sprudelwasser zu verwandeln. Allein der Granit als solcher enthält keine schwefelsauren Alkalien, auch kein Chlornatrium. Auch können dieselben aus ihm nicht entstehen, als durch Hinzuführung von Schwefelsäure u. Chlor." Nachdem er nun das im Granite vorkommende Schwefeleisen als ein nicht ursprünglich vorhandenes, sondern als aus Schwefelsäure hervorgegangen nachgewiesen, fährt er fort: „Die allgemeine Nachweisbarkeit der Bestandtheile des Sprudelwassers im Karlsbader Granite hätte niemals überraschend erscheinen können, wenn man beachtet hätte, dass nothwendig die ganze Gebirgsmasse, deren Klüfte mit dem heissen W. erfüllt sind, u. welche in der Tiefe mit der Bildungsstätte der in diesem W. aufgelösten Stoffe in Verbindung steht, in Folge der saugenden Wirkung ihrer Haarfugen mit Spuren jener Salze gleichsam durchtränkt sein muss. Diese Salze, insbesondere somit auch die so leicht löslichen Sulfate, steigen durch ihre Saugkraft im Gesteine auf. Sie würden in einem Lande von steppenartiger Beschaffenheit der Oberfläche als Ausblühungen über der letzteren sich ansammeln. Im Karlsbader Gebirge dagegen werden sie aus den obern Gebirgstheilen durch die eindringenden Niederschläge ausgelaugt."

Als ein Grund gegen die Auswaschungstheorie wurde von Stifft die gleichförmige Beschaffenheit der Mischung der W. angeführt. „Da das W. bekanntlich doch nicht die geschlossenen Massen der Gebirge durchdringt, sondern seinen Lauf durch im Gesteine befindliche Spalten, Klüffte u. Kanäle nimmt, so kann es natürlicher Weise seine, ihm beigelegte, auflösende Kraft auch nur auf die Wände dieser Kanäle

äussern, u. wollte man auch diese Einwirkung noch so weit annehmen, so muss sie doch immer eine nicht sehr entfernte (? L.) Grenze finden u. ist die Auflösung aller innerhalb dieser Grenze im Gesteine verschlossenen Bestandtheile der Qu. vollendet (aber wann ist dies der Fall? L.), dann muss natürlich der Gehalt der Qu. aus Mangel an aufzulösenden Bestandtheilen allmälig abnehmen u. endlich ganz verschwinden. Diesem widerstreitet aber der auf lange (? L.) Zeitdauer sich gleichbleibende Gehalt.“ Gegen diese Beweisführung lassen sich anführen: die grosse, in der Tiefe gewiss bei der Entstehung vieler Qu. vorgegangene Zertrümmerung des Gesteines, wodurch grosse Berührungsflächen dem W. geboten werden, das allmälige Zerstörtwerden des Gesteines durch das W. selbst, in anderen Fällen wieder die Festigkeit der Gesteinsmasse, welche auch dem mit Kohlensäure beladenen W. nur einen allmäligen Zutritt gewährt, so dass das Aufzulösende erst in langen Zeiträumen vom W. erschöpft werden kann, der geringe Gehalt an CO^2 mancher W., wodurch auch nur eine entsprechend geringe Gesteinsmasse gelöst werden kann, dann der Nichtbeweis einer Unveränderlichkeit der M.W., ja der häufige Beweis des Gegentheils. Fragt Stifft, wo man diese veränderten u. zum Theil aufgelösten Gesteine dann fände, so ist darauf die neuere geologische Chemie die Antwort nicht ganz schuldig geblieben, insofern die vom W. berührten Felsarten zugänglich sind. Wenn er ferner anführt, dass die Thermen reicher an Salzen seien als die kalten derselben Gegend (was aber nicht immer der Fall ist), so erklärt sich dieses mit der Auswaschungstheorie genügend durch die Wärme, welche die auflösende Kraft vermehrt u. durch den tiefern Verlauf der wärmern W. näher dem Punkte des Zerstörungsfeldes der Felsarten. Selbst das zeitweilige Auftreten eines Bestandtheiles in den Qu. (wovon wir doch noch wenig mit Sicherheit wissen) liesse sich durch den Zutritt des W. zu gangartig abgelagerten oder eingesprengten Stoffen ebenso gut wie durch den Wechsel in der Natur des Sublimirten erklären. Wenn bei der Sublimirungstheorie die Natur u. die Menge des Sublimirten sich immer gleich bleiben sollen (was aber bei Vulkanen grade ein veränderliches Phänomen ist) u. wenn dabei die Wege, welche das W. nimmt, u. daher die Menge des mit den Sublimaten in Berührung kommenden W. unveränderlich sein sollen, so lässt sich dieser Grund, mutatis mutandis, auch auf die Auswaschungstheorie anwenden.

§. 105. Morastähnliche Erzeugungsstätten von Mineralquellen. Schlammvulkane oder Salsen.

Gewiss nicht selten ist die Quellstätte im Innern der Gebirge nicht so sauber, wie wir es uns vorzustellen geneigt sind, wenn wir an eine Auslaugung zertrümmerter Steine denken. Wir können aber von Dem, was wir an der Oberfläche vorgehen sehen, in etwa darauf schliessen, wie es wohl im Innern aussehen mag. Nehmen wir ein Beispiel von der vulkanischen Werkstätte heisser Quellen. Junghuhn erzählt, dass der Krater des Telaga-Leri bei Batur auf Java, in welchem aus tausend Löchern u. Spalten heisse Quellen sprudeln, einen von Dämpfen durchwühlten Morast darstellt, in dessen Umgebung alles Gestein zerbröckelt, zersetzt u. in hellgrauen Thon verwandelt ist; selbst das Ufer des Morastes ist ein grundloser Schlamm, der nicht ohne Gefahr zu betreten ist; wie man denn in diesem Krater nirgends einen Schritt thun kann, ohne auf zischende Dämpfe u. auf brodelnde Sprudel zu stossen. Aehnlich sieht es bei den isländischen Thermen aus. »Wo sich das Quellensystem mehr nach der Thalsohle in das lockere Tufflager hinabzieht, da gewahrt man siedende Schlammpfuhle, in denen sich ein widerlich blauschwarzer Thonbrei zu ungeheuren Blasen auftreibt, die bei ihrem Zerplatzen den kochendheissen Schlamm oft an 15 Fuss hoch emporschleudern u. in kraterförmigen Wällen um die Quellenbassins anhäufen.«

Schlammausbrüche, die aus dem Innern der Vulkane hervorbrechen, sollen nur in den Fällen vorkommen, wenn dieselben eine längere Zeit der Ruhe gehabt haben, während welcher sich Wasser in ihnen ansammeln konnte. Es mag aber oft bei vielen erloschenen Vulkanen der Fall sein, dass die eindringenden W. darin eine staubartige Masse vorfinden, mit denen sie eine schlammige Mischung bilden, die als die Werkstätte der nahen M.W. anzusehen ist. Ferner verdienen in Bezug auf die Bildungsweise der M.W. eine grössere Berücksichtigung als ihnen bisheran gewidmet worden ist, die vorzugsweise in vulkanischen Gegenden u. besonders, wo die vulkanische Thätigkeit noch rege ist, vorkommenden, daher auch wohl nicht ohne eine seitliche Verbindung mit dem Feuerheerde bestehenden sogenannten Salsen, die auch Schlammvulkane oder Luftvulkane genannt werden. Mit diesen Namen bezeichnet man nämlich die in einigen Gegenden vorkommenden Thonhügel, aus welchem mehr oder weniger unterbrochene Eruptionen eines sehr feinen, hellgrauen, meist etwas salzigen Thonschlammes stattfinden, welcher durch unterirdische Gas-Entwicklungen zu Tage gefördert wird. Die Stellen, wo die Gase austreten, bilden sich zu Hügeln von wenigen, öfters auch von 20—40 Fuss oder von noch grösserer Höhe bis 100—250′ heran, deren oberer Theil trichterförmig ausgehöhlt ist. Solcher Hügel finden sich oft viele nebeneinander. Die Salsen finden sich auf Sicilien (der Macaluba bei Girgenti), u. in Italien (bei Sassuolo, Querzuola, Maina in Modena, Lusignano in Parma, Bergullo im Bolognesischen), in der Krim, auf der Halbinsel Taman, an den Ufern des Caspisees (bei Baku), auf Java, auf Trinidad, in Neu-Granada (die Vulcanitos bei Carthagena).



Schlammvulkane von Carthagena. Cf. S. 57 u. 101.

Die Ausbrüche geschehen unter zischendem u. brodelndem, in einzelnen Fällen aber auch mit donnerartigem Geräusche u. grosser Gewalt, ja zuweilen mit einem viele Stunden weit merkbaren Beben der Erde. Durch solche überaus stürmische, weit ausgedehnte Schlamm-Ergüsse erlitten vor nicht sehr langer Zeit mehrere Provinzen Spaniens die traurigsten Verheerungen. Die Schlammvulkane stehen mit Naphthabrunnen oft in engem Zusammenhange. Häufig scheidet sich Erdöl aus; meist riecht auch der Schlamm nach Steinöl oder Bitumen. In der Nähe der Schlammhügel der Insel Cheduba, die theils nur heisses (nicht gesalzenes?) W. ausstossen, sind viele Bergölquellen. Wenn die Salse von Sassuolo in grösserer Thätigkeit ist, geben die Qu. von Zibio wenig oder kein Steinöl mehr, was ihren nahen Zusammenhang mit jenen zeigt. Die Ausbrüche der Schlammvulkane von Baku endigen immer mit einem Erguss von Naphtha.

Nur der Thon der amerikanischen Salsen ist nicht salzig, sonst ist der ausgeworfene Schlamm meistens mehr oder weniger reich an Kochsalz. In seltenen Fällen ist Bitter- oder Glaubersalz in ihm. Salzquellen, zuweilen heiss, sind häufige Begleiter der Salsen.

Auf Java gibt es Schlammausbrüche, wobei der Schlamm 20—30′, ja 60—70′ hoch geschleudert wird. Vor der Explosion erheben sich grosse Blasen, die beim Zerplatzen einen dunkelblauen Dampf verbreiten, der sich langsam in der Richtung des Windes fortbewegt. Hat der Dampf etwa 200 Schritt zurückgelegt, so ist er nicht mehr sichtbar, offenbart sich aber der Nase noch stark durch einen das Athemholen erschwerenden, Joddämpfen ähnlichen (!) Geruch. Der Schlamm thürmt wohl 60—70 Fuss hohe, zuckerhutartig geformte Hügel auf, die bei dem plötzlichen Durchbruch mit einem heftigen Schlage zusammenfallen. Der ausgeworfene Schlamm ist wärmer als die Atmosphäre. Unfern dieses Ortes sind abwechselnd fallende u. steigende kalte Salzqu., die mit diesem Schlammvulkane in Verbindung zu stehen scheinen (Flora, 1847, 644). Das W. dieser Salse hält über 2,7 Procent Kochsalz u. es wird daraus jährlich über 1½ Million Pfund Kochsalz gewonnen. *Junghuhn, Java II, 275.

Auf der Halbinsel Taman, sowie auf der von Kertsch, gibt es an vielen Orten Schlammvulkane, deren Krater, von nur 1′ im Durchmesser, erfüllt sind mit Naphtha u. mit thonigem mehr oder minder flüssigem Schlamm. Die im Innern sich bildenden Gase heben den Schlamm empor u. entbinden sich an der Oberfläche; durch ihr Einwirken ergiesst sich der Schlamm über den Kraterrand u. bildet nach einigem Zeit-Verlauf einen Kegel von mehreren Fuss Höhe. Man findet diese Vulkane theils vereinzelt, theils liegen sie in Gruppen zusammengedrängt am Ufer. Wenn das Meer ruhig ist, fliesst der Schlamm nur allmälig aus, bei bewegtem W. wird der Erguss weit stärker; brechen sich die Wogen mit Macht an der Küste, so erfolgen ungleich bedeutendere Schlamm-Ausschleuderungen u. der Boden wird heftig erschüttert. Selten brechen entzündliche Gase aus, wie am 12. Aug. 1853, wo über dem Krater sich eine Feuersäule zeigte u. beträchtliche Erdmassen emporgeschleudert wurden u. an mehreren Orten Flammen emporstiegen. Dies dauerte 3 Stunden. Heftige Strömungen von Gas u. Dampf erfüllten die Umgegend. Der in Masse ausgeworfene Schlamm war warm. Tiefe Spalten waren entstanden u. die gesammte Oberfläche hatte sich gehoben. Abriuzkji in *N. Jahrb. f. Mineral. 1856.

Bei Explosionen wird der Schlamm zuweilen warm, selbst heiss. Er ist dies auch meist da, wo *SH* oder schwefelige Säure exhalirt wird.

Ueber die Gase, die das W. hervortreiben, s. S. 57 u. 104.

Mit den heissen Schlammausbrüchen verwandt in etwa sind die Lagoni. Nur ist das Gas nicht entzündlich. Vgl. §. Borsäure.

§. 106. Beziehung der oryktologischen Lage zur Grösse der Auslaugung.

Ehe wir die Exposition der Auslaugungstheorie beenden, will ich noch einen damit nahe in Zusammenhang stehenden Umstand erwähnen. Es gibt nämlich gewisse Beziehungen zwischen der Lage u. den Bestandtheilen der M.Quellen. Im Brohlthale zeigt sich z. B. im Allgemeinen eine Zunahme des Salzgehaltes der Säuerlinge mit der tiefern Lage derselben. Aehnliches wiederholt sich bei den Sauerwässern von Landskron u. Roisdorf. Ebenso liegen die an kohlens. Natron so reichen kalten M.Qu. zu Geilnau u. Fachingen u. die Thermen von Ems in dem am tiefsten eingeschnittenen Lahnthale. In dem weniger tiefen Thale des Emsbaches findet sich das an kohlens. Natron u. Chlornatrium so reiche Selterser Sauerwasser. In den höhern Thälern trifft man eine grosse Zahl von Eisen-Säuerlingen. Solche höher liegende Säuerlinge pflegen verhältnissmässig weniger lösliche Salze als schwerlösliche Stoffe zu enthalten, wodurch der Eisengeschmack mehr hervortritt.

Auch in der Auvergne u. im Vivarais finden wir die an kohlens. Natron u. andern löslichen Salzen reichsten M.Qu., wie Montdor, St. Nectaire, Vichy, Vals, Chandes-aigues u. s. w. in tief ausgeschnittenen u. in den Hauptthälern.

§. 107. Dungstätten u. Moräste als Erzeugungsorte der mineralischen vom Wasser gelösten Stoffe.

Struve sagt zur Erklärung des Gehaltes an Nitraten im Saidschitzer Bitterwasser: »Weder in den Bestandtheilen des Saidschitzer Mergels, noch in den daraus ausgezogenen Salzen war eine Spur salpetersaurer Salze zu finden. Sie sind das Eigenthum vieler Quellwässer grosser Städte, u. in denjenigen Qu. derselben am reichsten zu finden, die am nächsten mit Düngerstätten u. andern Lagern thierischer Auswürfe in Berührung stehen. So habe ich bemerkt, dass die Menge der Nitrate in einer hiesigen Qu. in dem Verhältnisse zu- oder abnimmt, je nachdem die Menge angehäuften Düngers in der Gegend sich vermehrte oder verminderte, welche von den Adern derselben durchzogen wird, u. jenachdem trockene oder nasse Witterung die Auslaugung der an jenen Plätzen sich erzeugenden Nitrate beförderte oder beschränkte. Etwas Aehnliches treffen wir in der Gegend der Bitterwasserquellen zwar nicht; dafür scheinet der grosse, mehr als eine Meile lange Serpina-Morast die Werkstätte der Salpeter-Erzeugung sein zu können.« Künstl. M.W. 1826. Vgl. die §§. über Salpetersäure u. organische Stoffe.

§. 108. Auslaugung lebender Vegetabilien.

Das Meteorwasser nimmt selbst aus lebenden Vegetabilien unorganische Stoffe auf, die für die Mineralisirung der Wässer nicht ganz gleichgültig sein können, so unerheblich an Menge sie auch sein mögen. Mit dem Alter der einjährigen Pflanzen oder der Baumblätter soll aus dieser Ursache der Gehalt an Alkalisalzen abnehmen.

„De Saussure ist der Ansicht, dass der Regen die Alkalisalze mit der Zeit ausspült u. liefert den Beweis durch den Versuch mit den Blättern des Haselnussstrauches, welche er, so wie sie die Natur liefert u. nach dem Ausspülen mit Wasser der Analyse unterworfen hat. Ich bezweifle, dass man diesem Auswaschen allein die Verminderung der Alkalisalze in älteren Pflanzentheilen zuschreiben darf, allein, ich weiss nicht, ob Jemand in der Folge diese von de Saussure erwähnte Beobachtung zum Gegenstande genauerer Prüfung gemacht hat. Spült der Regen etwa Nichts aus den Pflanzen aus? Er muss es jedenfalls thun, selbst wenn auch die Blätter u. andere Pflanzentheile mit einer Epidermis bekleidet sind."

„Man kann sich leicht davon überzeugen; man wasche eine frische Pflanze mit reinem Wasser ab, so dass die an der Oberfläche hängenden Theile entfernt werden u. lege sie hierauf ganz unverletzt ½ Stunde nur mit ihren Spitzen in reines Wasser, so wird man beim nachherigen Verdampfen des Wassers in einer Platinschale u. nach dem Glühen stets alkalisch reagirende Salze u. Chlorüre im Rückstande haben u. leicht darin erkennen." „Es waren in der That nicht unerhebliche Mengen, welche de Saussure durch Auswaschen aus den Blättern des Haselstrauches entfernen konnte." (Die nicht ausgewaschenen Blätter zeigten 26 p. m. lösliche Salze, die ausgewaschenen nur 8,2 p. m.) „Ich habe den erwähnten Versuch de Saussure's mit Zweigen von Acer Negundo wiederholt, die ganz frisch waren u. vollkommen gesunde Blätter hatten. Diese Zweige wurden blos mit den Blättern einige

Stunden in destillirtes Wasser gelegt. Die Pflanze war Ende September vielem heftigen Regen ausgesetzt gewesen u. sogar noch am Tage vor dem Versuche, und wurde also unter ungünstigen Verhältnissen zum Versuche verwendet. Gleichzeitig mit dem zum Versuche verwendeten destillirten Wasser, welches in einer Platinschale verdampft wurde, wurde eine gleich grosse Menge nicht gebrauchten destillirten Wassers abgedampft; wobei es sich zeigte, dass das von den Ahornblättern abgegossene Wasser eine sehr deutlich wahrnehmbare Menge von Kalk, Magnesia, Chlor, Schwefelsäure, Alkalien u. organischer Substanz enthielt, welche dem andern Wasser fehlten."

„Die Beobachtung de Saussure's, dass der Regen lösliche unorganische Bestandtheile aus den Pflanzen entfernt, hat Ville veranschaulicht. Er fand nämlich Salzefflorescenzen auf Blättern von Gurkenpflanzen, sobald nach einem starken Regen plötzlich trockne Witterung eintrat. Durch den Regen waren aus dem Blatte Salze ausgewaschen u. in Lösung auf die Oberfläche desselben geführt worden; als nun plötzlich Trockenheit eintrat, verdampfte das Wasser auf dem Blatte u. das in Lösung gewesene Salz blieb zurück." Mulder Chem. der Ackerkrume, übers. v. Grimm, 2. B.; 1862.

Wenn lebende Pflanzentheile an das Meteorwasser Stoffe abtreten, so werden auch verwelkte Blätter dies thun können. In beiden Fällen wird aber unter gewöhnlichen Verhältnissen das Ausgewaschene dem Boden wieder zu Gute kommen u. wenig davon in das Quellwasser oder Bachwasser gelangen.

Hier, wo die Auslaugung der mineralischen Stoffe der Pflanzen besprochen worden ist, mag auch Einiges über die Auslaugung der vegetabilischen Substanzen Platz finden.

In ältern Zeiten glaubte man wohl, dass das W. von den Pflanzen, die es bespüle, einen Geschmack annehme. Die so gewöhnlich im unrichtigen Sinne citirte Stelle von Plinius bezieht sich vorzugsweise auf Flusswässer, welche von den Kräutern einen verschiedenen Geschmack bekommen. „Neque aequalis amnium plerumque gustus est, magna alvei differentia. Quippe tales sunt aquae, qualis terra per quam fluunt, qualesque herbarum quas lavant succi: ergo iidem amnes parte aliqua reperiuntur insalubres." Hist. N. XXXI, 4. So sagt er auch von einem Seewasser, dass es von Absinth, der daran wachse, bitter werde. „Lacus Sinnaus in Asia circumnascente absinthio inficitur." II, 103. In der Arzneimittellehre von Ebn Beithar wird ein älterer Schriftsteller angeführt, welcher von den adstringirenden Wässern redet: „sie mögen Erze oder Eisen enthalten oder über Steine fliessen, die den Geschmack dieser W. besitzen oder über Erde strömen, die mit vielen Eichen oder adstringirenden Bäumen bewachsen ist".

In den Gegenden Südamerikas, in welchen W. über die Wurzeln der gewürzhaften Drimys Winteri fliesst, wird dasselbe wegen seiner Heilkräfte gerühmt. A. v. Humboldt Reisen II, 385. Einer, der in Amerika viel gereist war, sprach mir von einer Badestelle im Flusse, die vom Volke wegen der dort wachsenden Sarsaparille bei syphilitischen Leiden aufgesucht würde. Ja J. R. Meyer in Heilbronn leitet die Wirkungen Wildbads von dem im dortigen Humus befindlichen rothen Fingerhut ab u. spricht von einer „Daktylokrene nach Reuss".

§. 109. Auslaugung des Humusbodens. Drainwässer.

»Wenn man Ackererde mit W. auslaugt, so zieht man eine Menge Salze aus derselben aus, die in 3 Proben 0,42—2,77 Prozente der Erde betrug. Diese Salze sind Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlorammonium, u. Ameisensäure, Essigs., Schwefels., Kohlens., Quellsäure, Quellsatzsäure, Huminsäure, an die Basen der genannten Salze (Kali etc.) gebunden.« Mulder, Chem. 1843.

Auch von Babo hat durch den Versuch bewiesen, dass es unrichtig ist, wenn Liebig sagt, dass W. fast gar nichts aus der Ackerkrume ausziehe. Er brachte in Cylindergläser, welche unten mit einem Tuche verschlossen waren, 6 Zoll hoch Erde u. goss 4 Zoll W. darauf, das aufgefangene Filtrat wurde nochmals durch Papier filtrirt. Bei Behandlung verschiedener Erdsorten fand er eine beträchtliche Menge aufgelöster Stoffe. (Hoffmann Jahresb. 1858—59.) Die Chemiker haben sich oft bestrebt, das in den sogenannten Lysimetern (Lösungsmessern) nach der Filtration durch eine Schichte von Ackerboden sich ansammelnde W. seiner Zusammensetzung nach kennen zu lernen. Fraas, um nur dessen Versuche anzuführen, fand in solchem Lysimeter-W. Chlor, Schwefels., Phosphors., Kiesels., Kali, Natron, Kalk, Magnesia u. Eisen.

Die durch Drainage zum Abfluss kommenden W. enthalten je nach der Beschaffenheit des Bodens sehr verschiedene Mengen der gewöhnlichen Quellbestandtheile.

Um die Zusammensetzung derartiger W. anzudeuten, die natürlich nach der Bodenbeschaffenheit u. nach vielen andern Umständen variiren muss, gebe ich die Mischung zweier Auszüge an, welche Zöller in der angegebenen Art aus rohem Thonboden (A ohne, B mit Vegetation) erhalten hat.

In 10000:	A	B
Kali	,02	,024
Natron	,074	,056
Magnesia	,013	,089
Kalk	,708	,576
Eisenoxydul	,083	,063
Chlor	,209	,095
Schwefelsäure	,278	,271
Kieselsäure	,175	,113
Fester Gehalt bei 100°	2,93	2,55.

Vom f. G. war etwa ⅓ nicht feuerbeständig.

Wolff untersuchte (1852) Drainwässer von einer Wiese u. einem Felde; sie enthielten 1,4 u. 3,48 f. G. (worin etwas kohlens. Natron) u. 0,86 u. 0,99 CO^2. Von Natron u. Kalk hatte das W. mehr aufgenommen, obwohl der Boden arm daran war, als von Kali u. Magnesia. Nach den Versuchen von Kroker (1853) betrifft die Fortführung durch das Drainwasser, welches nicht über 4,25 f. G. u. höchstens 0,63 organischen Stoff hatte, vorzüglich den kohlens. Kalk, Gyps, kohlens. Talkerde, Natron- u. Kalisalze, (doch Kalisalze weniger), salpeters. Kalk, organische Substanzen, kleine Mengen von Kieselerde u. Eisen. Nach Way entzieht das Drainwasser selbst starkgedüngtem Boden nur unbeträchtliche Mengen Kali u. Phosphorsäure u. Ammoniak, während Salpetersäure in Menge, besonders aus stark gedüngtem Boden fortgeht.

„Das Drainwasser ist wenn bloss Meteorwasser (kein Verwitterungswasser) den Acker durchfliesst, das Produkt der Auflösung löslicher Substanzen aus der Bauschichte durch das Meteorwasser, plus oder minus diejenigen Stoffe, welche durch Substitution auch aus den tiefer liegenden Schichten zur Wirksamkeit, gelangen, oder umgekehrt nach tiefer liegenden Schichten weggeführt werden. Diese untern Schichten halten viel von denjenigen Stoffen zurück, welche von der obern Schichte abgegeben wurden; dafür aber geben die tiefern Schichten auch wieder Stoffe ab in Folge der Wechselzersetzung.“ Mulder Chem. der Ackerkrume, I; 1862.

„Man muss wohl bedenken, dass Drainwasser kein Bodenwasser ist, kein W. aus der Vegetationsschicht des Bodens. Das in den Lysimetern sich ansammelnde

W. ist bei Weitem reicher an aufgelösten Stoffen, u. das aus der Vegetationsschichte abfliessende W. hat, indem es durch tiefere Schichten hindurchdringt, u. ehe es in die Drainröhren gelangt, reichlich Gelegenheit... durch Einwirkung physikalischer u. chemischer Ursachen feste Bestandtheile zu verlieren.“ Mulder Ibid., II; 1862.

§. 110. Wechselzersetzung der unorganischen u. organischen Stoffe des Ackerbodens und der unorganischen des Wassers.

Nach den Versuchen von Way (1853) hält eine 5—6 Zoll dicke Schicht Ackererde, wenn man Ammoniak-, Kali- oder Magnesiasalze langsam hindurchfliessen lässt, die Basen zurück u. lässt die Säuren, jedoch nicht unverbunden, hindurchgehen; so verliert z. B. schwefels. Ammoniak sein Ammoniak u. man erhält schwefels. Kalk im Filtrate. Sand zeigte diese Eigenschaft nicht, fetter Thon, der völlig frei von organischem Stoff war, in hohem Grade. Way ist der Ansicht, dass dieses Absorptionsvermögen den in dem Boden enthaltenen Doppelsilicaten von Thonerde u. Basen grösstentheils zuzuschreiben sei. Nach seinen Versuchen wird ein Doppelsilicat von Natron durch ein Kalksalz, ein Kalk-Doppelsilicat durch ein Kalisalz, u. ein Kali-Doppelsilicat durch ein Ammoniaksalz zersetzt. Nur ganz bestimmte Salze besitzen nach Way die Fähigkeit, die Silicate zu zerlegen. So wird das Ammoniak-Doppelsilicat z. B. durch Gyps nicht angegriffen.

Nach Thomson's Versuchen nimmt Lehmboden aus einer Lösung von kohlens. u. schwefels. Ammon das Ammon auf, weshalb auch, was von Way festgestellt wurde, Regenwasser immer mehr Ammon führt als Drainwasser, wofür dieses aber reicher an Salpetersäure ist. Liebig's Arbeiten beweisen, dass Kali, Ammoniak *), Phosphors. durch Schichten von der Dicke unserer gewöhnlichen Ackerkrume aus ihrer Lösung fast völlig niedergeschlagen werden. Natron wird weniger als Kali absorbirt. Für die absorbirten Basen treten Kalk u. Magnesia in das Wasser. Chlor u. Salpetersäure werden nicht, Kieselsäure nur zum Theil absorbirt.

Auch Zöller fand, als er atmosphärisches W. in Zeit von 6 Monaten 6 Zoll tief durch meist thonige Erdschichten dringen liess, dass die Ackerkrume Kali, besonders aber Ammoniak u. Phosphorsäure zurückhalte.

Liebig (1862) drückte sich über das Vermögen der Ackererde, gewisse Stoffe zurückzuhalten, in folgenden Worten aus. »Durch die einfachsten Versuche kann sich jeder überzeugen, dass beim Durchfiltriren von Regenwasser durch Ackererde oder Gartenerde dieses W. keine Spur von Kali, von Kieselsäure, von Ammoniak, von Phosphorsäure auflöst, dass die Erde von allen den Pflanzennahrungsstoffen, die sie enthält, kein Theilchen an das W. abgibt, dass das W. nichts davon hinwegnimmt. Die Ackerkrume hält aber nicht nur fest, was von Pflanzennahrungsstoffen einmal in ihr ist, sondern ihr Vermögen den Pflanzen zu erhalten, was diese bedürfen, reicht noch viel weiter. Wenn Regen oder ein anderes W., welches Ammoniak, Kali, Phosphors., Kieselsäure in aufgelöstem Zustand enthält, mit Ackererde

---

*) Gefaulter Urin liess allen Geruch im weissen Thone u. in einer thonreichen Ackererde (Way); Mistjauche verliert bei Berührung mit Lehmboden Farbe u. Geruch (Thomson u. Huxtable).

zusammengebracht wird, so verschwinden diese Stoffe beinahe augenblicklich aus der Lösung; die Ackererde entzieht sie dem W.. Füllt man einen Trichter mit Ackererde, u. giesst auf diese Erde eine Auflösung von kiesels. Kali (Kaliwasserglas), so lässt sich in dem abfliessenden W. keine Spur Kali u. nur unter gewissen Umständen Kiesels. entdecken. Löst man frischgefällten phosphors. Kalk oder phosphors. Bittererde in W., welches mit Kohlens. gesättigt ist, u. lässt diese Lösungen in gleicher Weise durch Ackererde durchfiltriren, so enthält das abfliessende W. keine Spur von Phosphorsäure. Eine Auflösung von phosphors. Kalk in verdünnter Schwefelsäure oder von phosphors. Bittererde-Ammoniak in kohlens. W. verhält sich auf gleiche Weise. Die Phosphorsäure des phosphors. Kalks, die Phosphorsäure u. das Ammoniak des Bittererdesalzes bleiben in der Erde zurück. Wenn man Kochsalz durch Ackererde filtriren lässt, so läuft ebenso viel Chlornatrium ab, als man aufgegossen hat, aber eine Chlorkaliumlösung wird zersetzt, das Kalium bleibt in der Erde, das Chlor fliesst als Chlorcalcium hindurch . . . Bei schwefels. u. salpeters. Natron werden von dem Natron nur Spuren zurückgehalten, bei schwefels. u. salpeters. Kali bleibt alles Kali in der Erde zurück.« An einer anderen Stelle: »Angestellte Versuche zeigen, dass das Absorptionsvermögen einer Ackerkrume für Kieselsäure im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem Gehalte an organischen Ueberresten steht.«

Gypswasser erleidet nach Liebig bei Berührung mit Ackererden eine solche Zersetzung, dass, ganz den gewöhnlichen Affinitäten entgegen, ein Theil des Kalks von der Schwefels. getrennt wird u. an die Stelle desselben Bittererde u. Kali tritt.

Nach dem Urtheile von Mulder, der die Versuche von Liebig einer weitläufigen Kritik unterwirft, ist die besprochene Erscheinung weder ganz unabhängig von den organischen Stoffen, noch auch einzig u. allein abhängig von den genannten Doppelsilicaten. Den Einfluss organischer Stoffe wies er durch einen Versuch mit Torf nach; 10 C.C. einer Lösung von schwefels. Kali verloren in einer Stunde durch die Berührung mit 10 Gr. Torf 0,054 Gr.. Dass es ferner nicht blos jene Doppelsilicate sind, welche eine Flächenwirkung ausüben, bewies ein Versuch mit Bimsstein, der mit Salzsäure u. W. ausgewaschen war; es verloren dann 10 C.C. einer Lösung von schwefels. Kali 0,032 Gr.; während die Lösung von schwefels. Natron wieder nur 0,01 Gr. einbüsste. Nach Mulder können hier sehr verschiedenartige Wechselwirkungen Anlass der Erscheinung sein. (Chemie der Ackerkrume, I, 1862.)

Unter der Benennung Zeolithe versteht Mulder wasserhaltige Kieselsäure-Verbindungen des Bodens, welche in W. nur schwierig löslich sind, aber durch Salzsäure ausgezogen werden können. Ein derartiger Salzsäure-Auszug enthält Thonerde, Kiesels., Kalk, Magnesia, Eisenoxyd u. Alkalien. Alle diese Stoffe — das Eisenoxyd, der Kalk u. die Magnesia nur zum Theil, da sie auch mit Kohlens., Phosphors. u. Schwefels. verbunden waren — bilden miteinander einen oder mehrere Zeolithe. Diese sind zwar in jeder Bodenart andere, allein immer in W. unlöslich u. nach der Formel: $n RO . m Si O_3 + p R_2O_3 . o Si O_3$ und $n RO . m SiO_3$ zusammengesetzt. Im Hydratzustande finden sie sich vorzugsweise in den thonerdereichen Bodenarten, im gelatinösen Zustande besonders in den thonerdearmen Bodenarten; beide aber sind in jedem guten Ackerboden enthalten. Man kann diese Doppelsalze leicht darstellen. Umständlicher ist es, sie aus dem Ackerboden selbst auszuziehen.

Zwischen diesen Zeolithen u. den Bestandtheilen des Bodenwassers findet nun eine doppelte Zersetzung statt, verschieden nach der Natur des Doppelsilicates u. der gelösten Salze. Wenn Mulder das Doppelsilicat von Thonerde u. Kalk mit der Lösung eines Sulfates von Kali, Natron, Magnesia oder von Ammoniak nur eine Minute in Berührung liess, so hatte die Flüssigkeit eine beträchtliche Menge Kalk aufgelöst. Da die Filtrate neutral reagirten, musste eine entsprechende Menge Kali, Natron, Magnesia in das unlösliche Doppelsilicat eingetreten sein. Wurde dasselbe Thonerde-Kalksilicat mit Chlorkalium, Chlornatrium, Chlormagnesium, Eisenchlorid u. Manganchlorür behandelt, so enthielten wieder sämmtliche Filtrate viel Kalk. Eisenchlorid zeigte das stärkste u. Chlormagnesium das geringste Substitutions-Vermögen. Bei der Anwendung von schwefels. Ammoniak u. Chlorammonium kommt ebenfalls viel Kalk in Lösung; allein die Flüssigkeit reagirt schwach alkalisch; es hatte sich Ammoniak mit Kiesels. u. Thonerde verbunden.

Alle diese Versuche hatten, mit einem künstlich bereiteten Thonerde-Magnesiasilicate angestellt, dasselbe Resultat; jedesmal wurde Magnesia durch eine andere Base substituirt u. gelöst.

Zwischen den Zeolithen u. den Bestandtheilen des Bodenwassers muss also ein beständiger Ein- u. Austausch vor sich gehen, so lange als nicht ein Gleichgewichtszustand zwischen sämmtlichen löslichen u. unlöslichen Bestandtheilen eingetreten ist. Dieser Gleichgewichtszustand wird in der Weise durch die Mengen der vorhandenen Stoffe bestimmt, dass, wenn z. B. das in Wasser unlösliche Silicat reich ist an Kalk u. Natron u. arm an Kali u. Magnesia, u. mit einer Auflösung von Chlorkalium u. schwefels. Magnesia in Berührung kommt, alsdann Natron u. Kalk aus demselben aus- u. dafür Kali u. Magnesia eintreten. Die beiden letzteren werden nebst dem übrigen Theile des Silicates unlöslich, während Natron u. Kalk in Auflösung kommen u. sich mit den Säuren verbinden, womit vorher Kali u. Magnesia verbunden waren. Eine regelmässige Reihenfolge in der Substitution der Alkalien u. Erden findet hierbei nicht statt, da die Kieselsäure stets das Bestreben zeigt, Doppelsilicate zu bilden, wie wir dies bei unzähligen Gesteinen unserer Erdrinde finden. Hierbei zeigt sich jedoch, dass das Kali leichter in Verbindungen eintritt, als das Natron, der Kalk leichter als die Magnesia. Chlor, Schwefelsäure u. Kohlensäure nehmen keinen Antheil an der Bildung des Zeolithes, sondern sind im Gegentheil die auswechselnden Media, welche in Lösung bleiben. Die Phosphorsäure nimmt allerdings an der Bildung des Zeolithes Antheil, indem sie, in Verbindung mit Kalk u. Eisenoxyd, einen Bestandtheil desselben ausmacht. Das Ammoniak scheint gleichfalls eine Verbindung mit dem Zeolith einzugehen. Endlich werden die gelatinösen Doppelsilicate im Boden durch geringe Menge organischer Säuren, wie Ameisensäure, Propionsäure, Buttersäure, zersetzt. Die gelatinösen Zeolithe lösen sich vollständig in den genannten Säuren auf. In diesem Falle treten nicht blos die Basen, sondern auch die im Statu nascendi befindliche Kieselsäure in Lösung, u. alsdann ist die Kieselsäure in weit grösserer Menge löslich, als in reinem Wasser oder in kohlens. Ammoniak. Die besprochenen Doppelsilicate lösen sich dagegen schwierig in Kohlensäure.

Ich glaubte diese für die Mineralisirung der Quellen nicht minder, wie für die Agrikultur-Chemie wichtigen Beobachtungen hier nicht übergehen zu dürfen.

Aus dem Ganzen geht hervor, dass der Regen die auf die Aecker gebrachten löslichen Stoffe nur theilweise wegspült u. in die Bäche wegführt.

§. 111. Austausch von Bestandtheilen im Wasser u. vermittelst desselben. Beziehungen der Mineralquellen zur Gebirgs-Metamorphose.

Nicht nur kann in einem W., welches mit einem Stoffe gesättigt ist, ein Austritt von diesem durch das Hinzukommen eines andern stattfinden, sondern, wie wir im vorigen §. sahen, vermittelt das W. auch den Austausch

von Stoffen, mit denen es nicht gesättigt ist, gegen andere, die es in der Ackererde antrifft. Aber nicht nur der Humusboden übt eine solche Anziehungskraft auf die Mischungs-Bestandtheile des mineralisirten W., sondern auch viele festere Gebilde nehmen aus dem W. den einen oder andern Stoff auf. Viele Mineralien sind aus andern nur dadurch erzeugt, dass das mit Mineralstoffen beladene W. im Gesteine einen oder mehrere Stoffe abgab u. dafür andere aufnahm, wobei denn häufig die ursprüngliche Krystallform beibehalten blieb, obschon sie der neuen Mischung fremd ist. Wandelt sich Hornblende in Glimmer um, so müssen die Gewässer Kali zuführen u. Kalkerde fortführen; wandelt sich dagegen Feldspath in Glimmer um, so müssen die Gewässer Magnesia u. Eisenoxydul zuführen u. Kieselsäure fortführen. Häufig wird in den Gesteinen Kohlensäure gegen Kieselsäure ausgetauscht. Ein ähnlicher Vorgang ist es, wenn ein W. mit schwefelsaurem Kalke sofort oder nachher kohlensaure Magnesia antrifft; es findet dann eine Zersetzung durch doppelte Wahlverwandtschaft statt, wodurch schwefelsaure Magnesia entsteht, die gelöst bleibt.

Bleibt eine Lösung von kiesels. Natron über Eisenoxydhydrat stehen, so bildet sich Eisenoxyd-Silicat. Da kohlens. Eisenoxydul, woraus so leicht Oxyd entsteht, ein häufiger Bestandtheil der Gewässer ist, so sind die Bedingungen zu dieser Zersetzung nicht selten. So erklärt sich das häufige Vorkommen der Grünerde u. des Glaukonits im Mineralreiche als Absätze aus Eisenoxyd-Silicat. In ähnlicher Weise wie kiesels. Natron werden auch Kalk- u. Thonerde-Silicate durch Eisenoxyd zersetzt. Vgl. Bischof in Verh. d. nat. Ges. d. Rheinl. 1855, 308. Eisenoxydul kann also auch in Wässern fehlen, deren Muttergestein eisenhaltig ist.

Ueber die Einwirkung der Gewässer mit kohlens. Magnesia auf Gesteine macht J. Fr. L. Hausmann bei Gelegenheit der Analyse eines am Hainberge bei Göttingen vorkommenden Dolomites folgende Bemerkungen. „Was die Bildung dieser dolomitischen Gesteine betrifft, so führen alle Umstände zur Annahme einer Metamorphose auf nassem Wege, welche neuerlich besonders durch die gründlichen u. umfassenden Untersuchungen von G. Bischof aufgehellt worden. Es wird von ihm bemerkt, dass bei dem Dolomite keine Umwandlungsprocesse grössere Wahrscheinlichkeit haben, als der Austausch eines Theils des kohlensauren Kalkes im Kalksteine gegen die kohlensaure Talkerde in Gewässern, oder die Extraction des grösseren Antheils der kohlensauren Kalkerde im Kalksteine durch Gewässer. Wenn nun die ausführlichen Erörterungen Bischof's über diese beiden Arten der Umwandlung mit den Verhältnissen am Hainberge verglichen werden, so muss die erste Art der Umbildung als die wahrscheinlichere erscheinen. Gegen die Dolomitbildung mittels einer Auslaugung von kohlensaurer Kalkerde durch kohlensäurehaltiges W., u. auf diese Weise bewirkte Concentrirung der kohlensauren Talkerde, welche Ansicht zuerst von Grandjean für die Entstehung der Nassau'schen Dolomite geltend gemacht u. auch von Fr. Sandberger angenommen worden, dürfte der zu geringe Gehalt von kohlensaurer Kalkerde in dem Trochitenkalke sprechen. Auch würde damit das Vorkommen der Bitterspathkrystalle in den durch Zerstörung des Kalkspathes u. der Muschelschalen gebildeten Höhlungen, so wie die beschriebene theilweise Umwandlung des Kalkspaths in Bitterspath, nicht wohl zu reimen sein. Dagegen dürften die beschriebenen Erscheinungen durch Annahme einer Einwirkung von Gewässern mit einem Gehalte von kohlensaurer Talkerde auf die einfachste Weise sich erklären lassen. Hierbei würde nur die Frage entstehen, ob man eine solche Einwirkung von oben wieder auf ähnliche Weise annehmen dürfe, wie sie J. Pfaff bei dem Dolomite des fränkischen Jura für wahrscheinlich hält, oder ob die Verhältnisse für einen Einfluss in entgegengesetzter Richtung sprechen? Die Eindringung

des W. von oben wird aus mehreren Gründen nicht angenommen werden können. Es scheint damit sowohl das isolirte Vorkommen dolomitischer Gesteine an einzelnen Punkten, als auch die weite Verbreitung des unveränderten Trochitenkalkes auf der Höhe des Hainberges im Widerspruche zu stehen. Dagegen dürfte die Annahme, dass die kohlensaure Talkerde enthaltenden Gewässer als Quellen, denen ein solcher Gehalt nicht selten eigen ist, an einzelnen Stellen von unten in den Muschelkalk eingedrungen sind, u. nach oben das gegen das Talkerdebicarbonat ausgetauschte Kalkbicarbonat fortgeführt haben, dem Vorkommen der dolomitischen Gesteine am Hainberge vollkommen entsprechen. Dass den Quellen eine hohe Temperatur eigen war, wodurch die Eindringung des Wassers in das Gestein befördert u. der Umwandlungsprocess beschleunigt wurde, scheint sehr wahrscheinlich zu sein, u. es dürften gewisse Lagerungs- u. Schichtungsverhältnisse am Hainberge darauf hinweisen. Die vielen Kalkspathtrümmer, welche die über den dolomitischen Gesteinen befindlichen Schichten des Muschelkalkes durchsetzen, sind vielleicht von der nach oben fortgeführten kohlensauren Kalkerde abzuleiten." Chem. Centralbl. 1853.

Wir werden in den folgenden §§. mehrmals Gelegenheit haben auf derartige, durch das W. bewirkte Umwandlungen (Verkieselung, Serpentinisirung etc.) zurückzukommen.

Vgl. M. J. Vogel Ueber die Beziehungen der Mineralquellenbildung zur Gebirgs-Metamorphose in Haidinger's Bericht; 1848, IV, 437.

Viele Umwandlungsprodukte lassen ihre Entstehungsweise daran erkennen, dass sie eine ihnen fremde, andern Mineralien zukommende Form haben. Es sind dies die Pseudomorphosen, d. i. Mineralsubstanzen, welche an die Stelle anderer getreten sind, welche vorher da waren, deren Form sie bei der Substituirung angenommen haben. Man hat diese fremdartig geformten Substanzen in mehrere Abtheilungen zu bringen gesucht u. hat unterschieden: Umwandlungs-Pseudomorphosen durch Verlust, Aufnahme oder Austausch von Bestandtheilen, u. Verdrängungs-Pseudomorphosen durch Umhüllung oder Ersetzung; doch sind diese Unterschiede in den einzelnen Fällen schwer durchzuführen. Solche Umwandlungsprozesse fordern lange Zeiträume zur Vollendung u. sind, wenn sie uns vor Augen kommen, mehr oder minder weit durchgeführt. Den Hydrologen interessiren vorzugsweise die Verdrängungs-Pseudomorphosen. Sie gleichen in etwa den künstlich gebildeten Metall-Vegetationen. Hängt man in eine Lösung eines Bleisalzes eine Zinkstange, so wird das Zink durch das Blei ersetzt, welches dann einen sogenannten Bleibaum bildet. Nur ist hier die Form eine andere geworden, was bei den natürlichen Pseudomorphosen nicht der Fall ist. Als Beispiel einer Verdrängungs-Morphose kann die Substituirung eines Metallsalzes, z. B. Eisenoxydsalz, durch kohlens. Kalk angeführt werden oder die von V. Monheim beschriebenen Pseudomorphosen von Zinkspath nach Kalkspath u. solche von Brauneisenstein, die im Innern einen Kern von Zinkspath haben. Es unterliegt keinem Zweifel, dass wirkliche Feldspathe (Doppelsilicate von Alkalien mit Thonerde) sich in Höhlen von Trappgesteinen als Pseudomorphose nach Laumontit gebildet haben, also nach einem Zeolithen, der ohne Zweifel auf nassem Wege entstanden ist (*C. Vogt Geol. II, 1854). Pseudomorphosen, als deren Endpunkt der Glimmer erscheint, sind ausserordentlich häufig. Es gibt Pseudomorphosen (Glimmer nach Feldspath), welche auf einer Ausscheidung von überschüssigem Kali u. von Kieselsäure beruhen, wogegen wieder die Pseudomorphosen, in deren Zusammensetzung Kali eine bedeutende Rolle spielt, auf

eine Verdrängung schwächerer Basen durch dasselbe hindeuten, wobei gleichfalls Glimmer als Endresultat auftritt (*A. Knop).

Oefters sind derartige Pseudomorphosen hohle Formen, woraus der frühere Inhalt fortgeführt worden ist; häufig ist auch der neue abgesetzte Stoff mehr eine Umhüllungs-Metamorphose als eine Substitutions-Pseudomorphose. So beschrieb *V. Monheim einen über dichten, krystallisirten Zinkspath vorkommenden Quarzüberzug u. eine Umhüllungs-Pseudomorphose von Quarz nach Zinkspath u. nach Kieselzinkerz, u. Ueberzüge von Eisenzinkspath u. Eisenkalkspath über Zinkspathkrystalle.

Als ein hydrochemischer Prozess ist noch die sogenannte Metallisirung, d. i. die Imprägnation der Gesteine mit Erzen, mit metallischen Mineralien, zu erwähnen, wobei die auf den Erzgängen vorkommenden Erze in isolirten Formen auch im Nebengestein auftreten. Besonders sind Kalksteine u. Dolomite oftmals durch Erze (z. B. Eisen- oder Zinkerze) verdrängt worden, welche durch M.Qu. eingeführt worden.

§. 112. Abnahme des Salzgehaltes im unterirdischen Verlaufe der Wässer.

Dass Salze aus einer damit nicht übersättigten Lösung durch blosse Berührung mit andern Stoffen, etwa durch Haarröhrchenanziehung (analog wie man es sich bei der Fällung von Metallsalzen durch Kohle denkt) oder durch galvanische Contaktwirkung, ausgesondert werden können, ist nicht mehr zweifelhaft. Mulder (1827) überzeugte sich (gegen Nollet u. Reaumur, in Uebereinstimmung mit Berzelius u. Matteuci?) durch einen Versuch, dass blosser Sand im Stande ist, dem W. einen Antheil Salz beim Durchfiltriren zu benehmen u. ist daher überzeugt, dass ein salziges W., welches durch die Capillarräume einer Erdschicht hinzieht, zu einem süssen W. werden kann. In dieser Weise erklärte er dann auch das Verhalten eines Brunnens bei Munnekeburen (*Wateren of Amsterd. 145—148). Nach Chevreuil (Compt. rend. XXXVI) wurde eine Lösung von 13,7 Z.T. Kalk durch Kies oder Sand in 80 Tagen auf 12 Z.T., in 13 Jahren auf 6,6 Z.T. abgeschwächt, durch Ziegelsteinpulver auf 9,5 u. 1,5 Z.T., durch natürliche Puzzolane auf 2 u. 1,3 in den genannten Zeiträumen zurückgebracht. Auch scheint die Wirkung der mexikanischen Filtrirsteine theils auf einer ähnlichen Ausscheidung zu beruhen.

Thon benimmt, wie schon gesagt, dem ammoniakalischen W. das Ammoniak, u. zwar, wie Liebig meint, als poröser Körper. Daher erklärt er, dass Drainwasser selten oder nie Ammoniak enthalten, u. schliesst, das das Ammoniak aus einem thonigen Ackerboden nicht ausgewaschen werde.*) Frisch gefällte Thonerde übt eine starke Anziehungskraft auf die alkalischen Verbindungen überhaupt aus.

Es ist mehrfach beobachtet worden, dass aufgelöste organische oder salzartige Substanzen durch Holz- oder Thierkohle, oder auch durch andere Filter, zurückgehalten werden. Mozière empfahl aus diesem Grunde Thierkohle, um dem W,

*) Barral fand jedoch in Drainwasser 0,15—0,45 Z.T. Ammoniak, viel mehr als in Regenwasser.

seine Härte zu nehmen. Clark hat W., das in Bleiröhren bleihaltig geworden war, mittelst Filtration durch Kohlenfilter gereinigt.*)

Phosphors. Kalk zieht Indigo, noch mehr aber das Lakmus aus seiner Lösung an. Eisenoxyd, Thonerde, Magnesia, Braunstein, Schwefel etc. nehmen Pflanzenfarbstoffe in sich. Schwefels. Baryt nimmt aus einer Auflösung von schwefels. Eisenoxydul Oxyd an (Erdmann).

Aus den Versuchen von Mulder u. Stenhouse mit Torf, Holzkohle u. Sand, über deren Anziehungskraft für Lösungen der Sulfate von Kali, Natron oder Thonerde, ergibt sich, dass der Sand jene Flächenanziehung im geringsten Grade besitzt, u. dass schwefels. Kali stets in grösserer Menge absorbirt wird, als schwefels. Natron. Cf. Mulder Chem. d. Ackerkrume (Original-Ausg.) II, 124—128.

Von grossem Interesse in Bezug auf die absorbirende Kraft der Filter gegen aufgelöste Stoffe sind die Versuche von Witt, die hier im Auszuge folgen. Tabelle I bezieht sich auf Themse-W. u. gibt unter a die Bestandtheile vor, unter b die nach der Filtration in 3 Versuchen A, B, C an. Die Zahlen bedeuten 70000tel. Das Filter bestand aus Schichten von feinem u. grobem Sand, Muscheln (!), feinem u. grobem Kies u. war im Ganzen 7½ Fuss mächtig, bei einer Filterfläche von 32670 Qu.F. u. 204 187 Gallonen stündlich. Tabelle II bezieht sich wohl auf ein anderes W., das durch ein Sandfilter (Sand, Muscheln, Kies) von 4 Qu.F. in der Minute ½ Gallone gab.

Von den organischen u. suspendirten Substanzen sehe ich hier ab u. referire nur über die löslichen Salze.

I Das W. enthielt in 70000:	A		B		C	
	a	b	a	b	a	b
Lösliche Salze	48,17	40,62	22,06	20,86	22,62	19,22
Chlor	12,24	11,14	1,67	1,55		
Kalkerde			8,67	8,40	8,72	8,43
Schwefelsäure			2,96	2,37		
II		Nach 120 Stunden:		Nach 240 Stunden:		
Chlor	,86	,67		,19		

In Bezug auf die Kohlenfilter mag man Bolley Chem. Technol. des W., 1862, nachsehen.

Die Meinung, dass durch Haarröhrchenkraft eine Salzlösung hinsichtlich ihres Salzgehaltes u. ihrer Mischung verändert werden kann, dass also auch zwei nebeneinander bestehende, in der Mischung nicht ganz gleiche M.-Quellen aus Einem W. von derselben ursprünglichen Mischung mittelst Infiltration durch eine Erdschicht, ohne Aufnahme neuer Substanzen aus dieser, hervorgegangen sein können, wird noch durch gewisse Versuche wahrscheinlich, die Schönbein in jüngster Zeit angestellt hat. Er überzeugte sich nämlich durch diese Versuche, welche er mit Lösungen kaustischer Alkalien, von Schwefelsäure, Salzsäure, u. mit solchen von salzsaurem Eisenoxyd, Kupfervitriol, Jodkalium etc. anstellte, dass an einem in diese Lösungen eingetauchten Fliesspapier das W. den Substanzen, welche darin gelöst sind, vorauseilt, dass z. B. nur ein gewisser Antheil eines Lakmuspapieres von der Säure verändert wird, der andere Theil wohl nass aber nicht geröthet wird. So mag es also auch geschehen, dass das W. schneller durchfiltrirt durch gewisse dichte geologische Lagen als seine Salze, u. dass also ein M.W. in eine wässerige durchfiltrirende u.

*) Wie Kohle wirkt auch die pulverförmige Humussubstanz; eine grosse Flächenanziehung auf gelöste Körper üben die gelatinösen Verbindungen der Humussäuren mit Erden u. Eisenoxyd. Dies ist aber nur für den oberirdischen Verlust der W. von Bedeutung.

eine dichtere zurückbleibende Flüssigkeit in Folge der Haarröhrchenkraft verändert wird. *)

Aber es sind noch andere Umstände, wodurch ein W. Salze ablegen kann, z. B. durch Verlust von Kohlensäure **), Sättigung dieser Kohlens. durch Alkalien, Bindung derselben durch Aufnahme einfacher Carbonate. Auch kann das unterirdische Vermischen zweier Lösungen Anlass zu Abscheidungen geben, in ähnlicher Weise wie sich Kochsalz abscheidet, wenn man eine höchst concentrirte Mutterlauge zur rohen Lauge zusetzt. Es wird die Aufnahme des einen Salzes nicht selten die Fällung eines andern bewirken; z. B. fällt eine Lösung von salpetersaurem Kalk salpetersaure Magnesia (Dijonval). In mehreren dieser Fälle würde aber das M.W. nicht an gelöster Salzmasse im Allgemeinen verlieren, sondern nur einzelne Bestandtheile einbüssen. Temperaturverminderung während des Verlaufes wird bei Wässern, die mehr von einem Stoffe enthalten als der verminderten Temperatur nach gelöst bleiben kann, zum Unlöslichwerden u. Abscheiden eines Theiles des Gelösten führen.

§. 113. Hydriumchlorür, HCl, als vulkanisches Edukt und Produkt und als Bestandtheil der Wässer.

Hydriumchlorür ist bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig, hat ein spez. Gewicht von 1,25 (atmosph. Luft = 1) u. besteht aus 35,46 Chlor ***) u. 1 Wasserstoff. In Berührung mit der Luft bildet es weisse Dämpfe, indem es sich mit Wasserdunst verbindet. W., welches Hydriumchlorür absorbirt hat, heisst Salzsäure. Das damit gesättigte W. hat etwa das 400—500-fache Volumen davon aufgenommen, dem Gewichte nach etwa 4000 Z.T. u. hat dann ein spez. Gewicht von etwa 1200 (W. = 1000).

Hydriumchlorür oder Chlorwasserstoff ist bei manchen Vulkanen ein häufiger Bestandtheil der Fumarolen. Namentlich wird es vom Vesuv nicht selten ausgehaucht. Im J. 1841 traf Bunsen im Krater desselben einen etwa 20′ hohen Eruptionskegel, dem eine 30—40′ im Umfange haltende, glühende Schlacken emporschleudernde Dampfsäule entströmte. Der aufsteigende Dampf war reichlich mit freier Salzsäure versehen. Salzsäure-Fumarolen sind für Island von geringer Bedeutung. Ihren Ursprung in den Kratergasen des Hekla findet Bunsen in der Zerlegung der Chlorverbindungen in den Laven bei höherer Temperatur durch Silicate unter Mitwirkung des Wasserdampfes. Er fand in den einige Monate alten Heklafumarolen nur Spuren von Hydriumchlorür. Dagegen enthielt der beim Aufsammeln der Gase condensirte Wasserdampf erhebliche Mengen davon. Das Gestein der Heklalava von 1845 lieferte viel Chlormetalle. (Poggendorf's Ann. Bd. 83, 1851, 244.) Auch am

---

*) Aristoteles meinte gar, dass Meerwasser durch die Poren eines wächsernen Gefässes durchgehend trinkbar werde.

**) Hassal wies nach, dass auch beim Filtriren (besonders durch Thon u. Pflanzenkohle) ein grosser Theil der freien CO^2 verloren geht.

***) Von Chlor sind die Absorptionscoëfficienten bei 10° 2,585, bei 40° 1,3655. Ein W. von 10° kann an Gewicht 82 Chlor in 10000 aufnehmen (genug Chlor für 137 Chlornatrium). Spez. Gewicht von Chlor (W.=1000 gesetzt) 3,2. Freies Chlor scheint nicht in M.Wässern vorzukommen.

Aetna ist Hydriumchlorür von Daubeny nachgewiesen worden. Dagegen fehlt es nach Boussingault gänzlich unter den Exhalationen der südamerikanischen Vulkane. Ueberhaupt müssen die Vulkane wohl sehr häufig Hydriumchlorür entbinden, da Salmiak u. Kochsalz, oft mit viel Chlorkalium vermischt, mitunter als Sublimationsprodukte, auf den Kraterwänden u. Lavaströmen in so grossen Quantitäten angetroffen werden. (Cf. §. 103.) Uebrigens scheint Hydriumchlorür nicht blos Edukt zu sein u. Bildnerin der Chlorverbindungen, sondern, wie schon gesagt, auch Produkt, aus Zersetzung der Chlormetalle entstanden.

Wenn Wässer mit Chlormetallen freie Schwefelsäure enthalten, so kann man auch annehmen, dass durch dieselbe ein Theil des Chlors frei geworden u. sich zu Hydriumchlorür umgewandelt hat. Es gibt solche Wässer mit freier Schwefelsäure. Gewöhnlich haben die Chemiker dann neben der freien Schwefels. auch freie Salzsäure angesetzt. Da Schwefels. die stärkere Säure ist, so sollte man sich diese, insoweit als möglich, mit den Alkalien verbunden u. nur insoweit als nöthig frei denken. Es gibt aber auch M.W., in denen es gar nicht zweifelhaft ist, dass Hydriumchlorür frei ist. Nämlich v. Humboldt hat in der Intendantur von Valladolid in Mexiko auf einem vulkanischen Boden von etwa 40 Quadratlieues Flächenraum, eine grosse Anzahl warmer Qu. entdeckt, welche sämmtlich nur Hydriumchlorür ohne Spur erdiger oder metallischer Salze enthalten. Es sind dies die Thermen von Chucandico (-derò?), Guinche, St. Sebastian, St. Juan de Tararamco zwischen Valladolid u. dem Cusco-See (Dufrenoy Miner. 1845, II, 84, Journ. de Phys. LXIX). Vgl. §. Schwefelsäure.

Als ein stark mit Hydriumchlorür versehenes W. führe ich das eines kochenden See's auf Neu-Seeland (Bay of Plenty) an, das nach Carl du Ponteil in 10000 Th. enthielt:

Chlormagn.	6,57	Bor, Mang. spurweise.
Chloreisen (Chlorid)	275,67	Spez. Gewicht 1082,6.
Chlorwasserstoff	1038,9	Die direkte Abdampfung
Phosphorsäure	22,68	ergab 1573 Rückstand.
Schwefels. Kali	20,95	
„ Natron	36,89	
„ Magn.	18,94	
„ Kalk	123,93	
„ Thonerde	35,46	
Summe	1580,51.	

§. 114. Natriumchlorür, NaCl, Chlornatrium oder Kochsalz.

Rara fit impressio in aquis ex quapiam minera, aut metallo, quae et salis non participet qualitate: hoc enim sapore omnis terra participat. Bacc. V.

Vgl. Kersten Salinenkunde, 2. B., 1846. *Alberti Halurgische Geologie, 2. B., 1852. *Bischof Geol. I, 141—185, 199—226.

Mischungsgewicht 58,46. Auf die Löslichkeit des Kochsalzes übt der Wärmegrad der Lösung einen kaum bemerkbaren Einfluss aus. Nach Fehling sind in 10000 Th. gesättigter Lösung bei 12° (C.?) 2642, bei Siedhitze 2853 Th. Kochsalz, nach Unger bei 1° 2653,5, bei Siedhitze

2822,5 Th. Kochsalz enthalten. Ueber die Veränderung der Löslichkeit durch andere Salze s. S. 132. Ueber die Diffusion s. S. 134, 135.

Kochsalz wird immer wasserfrei berechnet. *)

Wässer mit ungewöhnlichem Chlorgehalte werden Kochsalzwässer (oft kurzweg Salzwässer), Halopegen (Halothermen, insofern sie warm sind), Soolwässer, Soolen genannt.

Will man M.W. hinsichtlich ihres Kochsalzgehaltes vergleichen, so ist es ein Erforderniss, dass die bei den Analysen befolgte Combinationsweise der Bestandtheile diese so geordnet habe, dass alles Chlor, so viel als möglich, mit keinem andern Metall als mit Natrium verrechnet werde.

Lassen sich schon Spuren von Chlor im Regenwasser nachweisen, so ist auch ein gemeines W., worin nicht etwas Chlormetall vorhanden sei, kaum zu finden. Bischof fand Chlor noch in einer etwa 5000′ über dem Meere gelegenen Qu. in Tyrol. Edle W. enthalten fast immer Chlor. Die W. von los Belermos, 37° warm, haben nach Boussingault nichts als Spuren von Chlor, Natrium, Magnesium, Calcium.

Die stärksten Soolen enthalten noch über $^1/_5$ ihres Gewichtes Kochsalz, d. h. über 2000 in 10000. Deutschland besitzt einige solcher W.: Reichenhall mit 2260, Artern mit 2359, Ischl (mit 2471?) u. die Hallstädter Soole mit 2578, Hall am Inn mit 2547, Wimpfen mit 2559, Jaxtfeld mit 2563 u. einige andere sogenannte Edelsoolen. Diese W., wobei ich noch das von Arnstadt mit 1832 Chlornatrium nennen will, erreichen also noch nicht völlig die Menge, welche Wasser aufzulösen vermag; aber sie haben gewöhnlich auch noch andere Salze, besonders noch leicht lösliche Chlorverbindungen bei sich. Dagegen haben die Sauerwässer gewöhnlich mehr Natrium, als zur Bildung von Chlornatrium nöthig ist u. enthalten dann meistens noch schwefels. u. kohlens. Natron.

Nicht selten lassen Salzteiche u. Salzsee'n, wenn das W. bei der warmen Jahreszeit verdunstet, das Salz krystallinisch zurück. Bei Quellen setzt sich auch häufig durch Verdunstung etwas Kochsalz ab, aber selten ist dies massenhaft der Fall.

Am Ufer des Nescutunga in Nordamerika, ungefähr 200 engl. Meilen vom Fort Gibson, bricht eine Salzqu. hervor, welche ununterbrochen Kochsalz zusammenhäuft, so dass dadurch nach u. nach »Felsen u. ein ganzer Hügel« von Steinsalz gebildet wurden. Dieses Steinsalz ist so hart, dass es schwer hält, Stücke davon abzuschlagen. Der Nescutunga umspült den Salzhügel, löst Kochsalz u. verbreitet sich dann über eine Ebene, welche dadurch die Gestalt eines ausgedehnten See's erhält. In der trockenen Jahreszeit verdunstet das W. u. lässt das Salz als Kruste zurück. (Neues Jahrb. f. Mineral. 1846, 101.)

§. 115. Vorkommen des Chlornatriums in Steinen.

Ueber den häufigen Gehalt der Steine an Chlorverbindungen, die zuweilen als Efflorescenzen austreten, zuweilen durch reines oder kohlens.

---

*) Eine concentrirte Kochsalzlösung bildet übrigens in der Kälte Kochsalzhydrat; ein häufiges Vorkommen in den baierischen Soolleitungen.

W. ausgezogen werden können, ist schon oben (S. 141 u. 143) gehandelt worden.

Nach Schramm enthalten viele Kalksteine entweder nur Spuren oder schon bestimmbare Mengen von Chlornatrium u. Chlorkalium. Die Bestimmungen ergaben 2,46—6,27 Z.T. des Gesteines an Chlornatrium, 1,77—3,82 Chlorkalium. Rother Keupermergel enthielt weniger von diesen Salzen, andere Keuperschichten nur Spuren derselben. Reicher daran waren wieder Sandkalk, Nagelkalk u. die Psilonotenschicht des untern schwarzen Juras. Journ. f. prakt. Chem. XLVII, 440.

Im Basalte scheinen Minima von Chlor häufig vorzukommen. Es gelang Struve aus drei verschiedenen Basalten, aus Gneiss, Granit, Thonschiefer mehr oder minder merkliche Quantitäten Kochsalz mit kohlens. W. auszuziehen. Er erhielt aus Basalt mit kohlens. W., das unter Druck gesättigt war, 2,66 Kochsalz auf 10000 W., ohne Compression des Gases 0,983, aus Syenit mit Compression 1,54, ohne solche 0,9. In dem Extrakte aus Granit u. Thonschiefer fand er auch Chlorkalium, u. im Gneiss nur dieses ohne Kochsalz. Doch haben sich auch schon Kochsalz-Efflorescenzen auf Gneiss gefunden. Durch Behandlung des Porphyrs von Teplitz mit kohlens. W. erhielt Struve ein kochsalzhaltiges, der Teplitzer Therme sehr ähnliches W.. Schweizer fand im Porphyr von Kreuznach, der fern von den Qu. genommen war, 10 Z.T. Chlor. Wasser zog auf 6 Th. Chlornatrium 2 Th. Chlorcalcium u. 1 Chlormagnesium aus.

Auch in der neuesten Zeit ist wieder die Gegenwart von Chlor in verschiedenen Gesteinen behauptet worden, z. B. im Granite der Bergstrasse unterhalb Heidelberg, im Karlsbader Granite (Chlornatr. u. Chlorkal.), im Basalte der Umgebung des Laacher Sees. Man stützt sich für diese Behauptung theilweise freilich wieder auf den Kochsalz-Gehalt der Qu., die nur mit solchen Gesteinen in Berührung stehen. Bei vier süssen Qu., welche aus Trachyt u. Trachytconglomerat treten, kann man nach Bischof's Ansicht nicht umhin, das in ihnen vorkommende Chlor diesem Gesteine selbst zuzuschreiben. Ueberhaupt kann man, dort wo Gebirgsquellen, die von oben herab durch das krystallinische Gestein fliessen, Salze führen, nicht zweifeln, dass die Bestandtheile dieser Salze (mit Ausnahme der CO^2) im Gesteine selbst vorkommen. Vier Tagewässer, welche Bischof untersuchte, müssen diesem Grundsatze entsprechend, ihre Chlorüre dem Mandelsteingebirge verdanken, eine laue, von Lampadius untersuchte Qu. mit Kochsalz, muss ebenso dieses aus dem Gneiss beziehen. Nach Breithaupt enthalten auch alle aus Serpentin kommenden W. Chlornatrium.

In vielen seltenen Fossilien ist schon Chlor nachgewiesen. In andern hat aber der gewöhnliche Gang der Analyse an der Auffindung desselben vorbeigeführt.

In Steinkohlen fand Leadbetter 0,495—1,98, ja bis 2,78 Z.T. Chlor (Chlornatrium?).

§. 116. Vorkommen des Kochsalzes und der Kochsalz-Quellen.

Kochsalz kommt in Lagen von sehr verschiedener Mächtigkeit, auf u. unter der Erde vor. Oberhalb der Erde zeigt es sich häufig als Efflorescenz,

besonders in Asien, Afrika u. Amerika, oft mit kohlens. oder schwefels. Natron vereinigt, als Steppensalz u. Wüstensalz in weit ausgedehnten Ablagerungen, als Reste für immer oder nur für die warme Jahreszeit ausgetrockneter Teiche u. See'n, als Seesalz an den Ufern vieler Salzsee'n. Es ragt als Steinsalz zuweilen in förmlichen Felsen u. Bergen über der Erdoberfläche hervor — wie z. B. bei Cardona in Catalonien, wo ein, mit seinen aus dem reinsten Salze gebildeten Hörnern, wie ein Gletscher aussehender Felsen 550′ hoch emporsteht, auch bei Szovate in Siebenbürgen, dann am Ilek im Gouvernement Orenburg, wo die Russen jährlich 700 000 Pfund Salz brechen, u. noch bei Usdum an der Südseite des todten Meeres —; während in andern Gegenden grosse Thäler u. weite Schichten im Steinsalz ausgewaschen sind, wie z. B. bei Paryad u. Beretz in Siebenbürgen, am Indus, da wo er südlich vom Himalaya die dortige Steinsalzkette durchbricht, dann am Huallaga in Peru, wo das ganze Flussthal ein einziges ungeheures Steinsalzlager von 60 geogr. Quadratmeilen Ausdehnung darstellt, u. indigoblaue, rosenrothe u. weissliche, wohlgeschichtete Salzfelsen in Pyramiden u. Kegeln emporsteigen (Pöppig Reise in Chili, II). Cf. Naumann. Es findet sich im Flötzgebirge von seinen ältesten Bildungen an bis hinauf zu den jüngsten u. selbst tertiären Gebirgen, theils in Stöcken u. Nestern, theils mehr oder minder fein oder grob eingesprengt, bald mit Gyps, Thon (als Salzthon, z. B. an der Westküste Portugals) oder mit Kalk gemengt u. damit öfters wahre Trümmergebilde zusammensetzend, so zu Aussee, Ischl, Hallein (Jurakalk), Berchtesgaden, Hall in Tyrol, Bex in der Schweiz (Uebergangskalk), Dürrheim, Rappenau, Sulz, Jaxtfeld, Wimpfen, Hall in Würtemberg (Muschelkalk). Zu Bochnia u. Wieliczka in Galizien sowie in Griechenland kommt es im Sandstein vor. Einige dieser Salzablagerungen sind weiter unten näher beschrieben.

Es kommen Salzlager 5000—6000′ über der jetzigen Meereshöhe vor, meistens liegen solche aber in grösserer oder geringerer Tiefe, z. B. zu Stebnitz in Ostgalizien an 80—200′ tief, zu Artern an 990′, zu Stotternheim an 1170′, in Polen 300 Meter tief u. zwar 50 Meter unter dem jetzigen Meeresniveau.

Die Steinsalzmassen sind häufig nicht geschichtet, doch in manchen derselben ist eine Schichtung nicht zu verkennen.

In der Neuzeit hat man an manchen Orten durch artesische Bohrungen das Steinsalz erreicht.

Aus dem Erdinnern kommt das Kochsalz nicht selten bei vulkanischen Eruptionen zum Vorschein. Der Schlamm der Salsen ist oft reich an Kochsalz, womit selten Natron- u. Magnesiasulfat verbunden ist. Trass u. Laven wittern zuweilen Kochsalz aus, wie man denn auch im Bimsstein Chlor gefunden hat. Cf. §. 92.

Beimengungen des Steinsalzes. Die Reinheit des Salzes in diesen Salzablagerungen ist sehr verschieden. Die Farbe verschiedener Steinsalzgattungen rührt von Metalloxyden her, die rothe u. gelbe von Eisenoxyd, die grüne von Eisenchlorid, die braun- u. weingelbe Nuance von Schwefel (?) u. Eisenchlorid (John). Zuweilen wird die Färbung auch von Mangan veranlasst. Es findet sich Steinsalz mit nur 2,5 Z.T. fremder Beimischung. Die häufigste Beimengung des Kochsalzes bilden die Sulfate, welche oft den grössten Theil der Mischung ausmachen. So tritt

z. B. die Bittererde im Steinsalze von Stassfurth in grossartigem Maassstabe auf. Ganz gewöhnlich ist die Beimischung von Gyps. Selten fehlen die Sulfate ganz.

Kitajewski zu Warschau untersuchte 7 Gattungen Steinsalz. Das reinste Salz war das „Augensalz“ von Wieliczka, welches kaum Spuren eines Sulfates enthielt. Das Steinsalz der Saline Wilhelmsglück enthielt in 10000 Th.: Kochsalz 9881—9997, Chlorcalcium 0—2, schwefels. Kalk 2—54, kohlens. Kalk 0—16, kohlens. Magn. 0—15, schwefels. Natron 0—3, Thonerde 0—80. Analysen von Steinsalz s. noch in Alberti II, 112.

Chilisalpeter enthält an 29 % Kochsalz.

Häufige Beimengungen des Salzes sind Jod, Brom u. Bitumen in kleinen Mengen.

Infusorien, namentlich Monaden u. Baccillarien sind noch im Steinsalze von Cardona u. viele andere thierische Ueberreste, Polytholamien, Muscheln, Schnecken im Steinsalze von Wieliczka nachgewiesen.

Ueberall pflegt das Vorkommen einer Salzformation von der Gegenwart natürlicher Salzquellen unzertrennlich zu sein. Oft hat die Kunst durch Bohrlöcher Salzquellen aufgeschlossen.

Als salzarmes Land ist die Schweiz zu nennen, dann auch Schweden, das keine zur Kochsalzfabrikation geeignete Soolqu., wohl erbohrte Qu. mit einigem Kochsalzgehalte hat. Unter die salzarmen Länder gehören noch Norwegen u. Italien. In Afrika ist nur an wenigen Orten Steinsalz gefunden worden. Andere Länder sind mit Kochsalzquellen übersäet. »Wer kennt nicht«, sagt Vetter, »jene vielfachen Bezeichnungen von Saalen, Hallen, Köthen, Dörren u. s. w., welche sich nordwärts vom Siebengebirge im Rheinthale zu den Ufern der Lippe hinauf durch ganz Westphalen, u. in zwei Linien um den Teutoburger Wald u. den Harz an den Grenzen Hannovers, so wie weiter nördlich queer durch dieses Land bis an das Saalthal in mannigfaltigen Veränderungen u. Verstümmelungen als Quell-, Dorf- u. Stadtnamen hinziehen. Alle diese Bezeichnungen beruhen auf derselben Veranlassung, dem Hervortreten einer Kochsalzlösung aus dem Boden der Erde«. Vetter bemerkt ferner, wie alle diese Qu. dem Rande der Centralerhebung parallel gehen u. weiter nordwärts in den zum Meere sich hinabsenkenden Ebenen nur wenige unwichtige Salzqu. vorkommen. (Vgl. darüber *Steffens Aufsätze, 1810, 55—58.)

Sehr salzreich ist auch Galizien. Mit Tyrawa-Solna unterhalb Sanok fängt der lange Salzquellenzug an, der sich ohne Unterbrechung bis Tkaczika u. Brajestie in der Bukowina fortsetzt. Mit Einschluss des Bukowiner Kreises besitzt es 186 Salzquellen, aus welchen durch 385 Soolschachte jährlich 900000 Centner Salz gewonnen werden. Die Soolen von Bolechow, Drohobycz u. Starasol sind fast oder ganz mit Kochsalz gesättigt. Alle ihre Soole kommt aus Formationen von Steinsalz, das mit Salzthon, Gyps, Kalkstein u. Kiesel, häufig auch mit Erdharz gemischt erscheint.

Ueber den Reichthum China's an künstlichen Kochsalzquellen ist (S. 102) gesprochen worden.

In der Provinz Sse-tschuen (Vier Thäler) sollen auf einer Fläche von etwa 10 Meilen Länge u. 4—5 Meilen Breite bei Kia-ting-fu an 20000 Salzbohrlöcher bestehen, die 5—6″ weit u. 1500—1800 Fuss tief sind. Der grosse Feuerbrunnen bei dem Salzwerk U-thung-khiao (U-tong-kiao)

hat eine Tiefe von mehr als 3000′. Das Wasser der Brunnen ist mit Salz fast gesättigt, denn es liefert $^1/_5 - ^1/_4$ des Gewichtes der Soole an Salz, 3—4 Unzen aufs Pfund. Das Salz ist sehr scharf u. soll viel Salpeter (?) enthalten. Ist man beim Graben der Salzbrunnen tausend Fuss tief gekommen, so findet man gewöhnlich Steinöl, wovon man täglich 4—500 Pfund sammeln kann. Auch von Kohlenlagern ist die Rede.

Das W. der Tse-liu-tsing, d. h. 8 von selbst abfliessende Brunnen, ist weniger salzig als zu U-tong-kiao; man gewinnt täglich etwa 300 Pfund Salz, das weisser ist als das von U-tong-kiao u. »die Kehle weniger angreift«.

Folgendes ist die Uebersetzung einer Stelle aus dem Berichte der holländischen Gesandtschaft in China im J. 1666, zu Amsterdam 1670 publicirt (*Behrends Repert. 1837). »Auf den Bergen in der Gegend von Su-Chuen befinden sich salzhaltige Brunnen, aus welchen die Einwohner das Salz zu ihrem Gebrauche nehmen. Uebrigens trägt der Boden reiche Erndten u. diese Salzbrunnen sind eine wahre Wohlthat für die dortigen Bewohner, da diese Gegend weit vom Meere entfernt ist. Die Brunnen sind ungefähr einige 100 Fuss tief u. die Oeffnung 1—2 Hände breit. Der Brunnen, welcher die ganze Provinz Yoa-gang-fu mit Salz versieht, ist durch Schafe entdeckt worden, welche auf einer Stelle die Erde leckten« etc. .

Ueber die Salzbrunnen China's s. Klose's Summarium 1830, III.

Kalte Kochsalz-Quellen, -Bäche u. -Seeen finden sich häufig in den ungeheuren rothen Ebenen des ganzen Festlandes von Afrika, in den rothen Savannen Nordamerikas zwischen dem Mississipi u. den Rocky Mountains, den rothen Pampas von Buenos-Ayres, in den rothen Hochebenen des centralen Persiens.

In manchen Ländern bilden die Salzqu. wahre Flüsse. Ein solcher Fluss ist der Sagis in der Kirgisensteppe, der 700 Z.T. Kochsalz hält. —

Der Ursprung der Kochsalzquellen ist in der Regel aus den secundären Lagerungen, entweder unmittelbar aus Steinsalz oder aus den salzführenden Lagern des Zechsteins, Gypses u. bunten Sandsteins. Im Gebiete des bunten Sandsteines liegen die Salinen Schönebeck, Dürrenberg, Stassfurt, Aschersleben, Allendorf, Kissingen. Aus dem untern Schieferletten entspringen die Soolqu. von Salzungen u. Schmalkalden, aus dem obern die Salzqu. von Kreuzburg u. Sulz an der Ilm. In Lothringen liegt zu Vic unter dem Lettenkohlenstein eine sehr mächtige Steinsalzbildung. In ihr befinden sich auch die reichen Salzqu. von Salz der Helden, Salzdetfurt, Heyersen, Salzdahlun, Schöningen u. Julinshall.

In neuerer Zeit hat man in den Gypsen der Buntsandsteinformation förmliche Steinsalzlager kennen gelernt, z. B. bei Schöningen in Braunschweig, bei Liebenhall unfern Salzgitter, bei Sülbeck in Hannover u. bei Elmen unfern Schönebeck. Die Zwischenbildung oder Anhydritgruppe der Triasformation hat in den Neckargegenden zur Anlage vieler bedeutenden Salinen Veranlassung gegeben, nachdem 1812 in den Gypsbrüchen von Wimpfen Steinsalz entdeckt u. 1816 bei Friedrichshall das erste Steinsalzlager erbohrt worden war; bei Dürrheim in Baden kennt man 2 Salzlager übereinander von 17 u. 42′ Mächtigkeit; in Würtemberg liegt bei Schwenningen ein Salzstock von 37′, bei Wilhelmsglück einer von 24′

bei Rottenmünster einer von 20—42′ Mächtigkeit. An den meisten Orten wird das Salz durch Bohrlöcher als fast ganz gesättigte Soole gewonnen. Auf diese Weise producirt Würtemberg jährlich von 6 Salinen ausser 105000 Centnern Steinsalz noch 527000 Centner Soolsalz; ebenso bezieht Baden von den beiden Salinen Dürrheim u. Rappenau jährlich über 300000 Ctr. u. Hessen-Darmstadt von der Saline zu Wimpfen 190000 Ctr. Soolsalz.

Der Gyps an der Westseite des Ural wird von zahlreichen Soolqu. begleitet, z. B. nördlich von Perm bei Solikamsk, ferner bei Totma u. Balachna, sowie in der Kirgisensteppe bei Mertvisol. Bei der Festung Ilezkaja ragt ein gewaltiger Stock von Steinsalz empor, worin die Abbaue bereits 134 Fuss eingedrungen sind *).

Die kalten Salzwässer Frankreichs kommen nach François aus der Triasformation, besonders aus den bunten Thonen (Ost-Salinen), oder aus den metamorphosirten Terrains der Ophite (Salies en Bearn, Salies u. Camarade [Ariége]). **)

Ueber das Steinsalz Englands entnehme ich Folgendes den Skizzen aus dem englischen Leben von A. Esquiros (l'Angleterre, 2. sér.; Par. 1862).

»In England ruhen die salzführenden Gesteine auf dem obern neuen rothen Sandstein, einem Gliede der Trias-Formation, welche der Zeit nach auf das permische System folgte, mit welchem das Alterthum schloss. Die Triasschichten sind also die Geschichtsquellen für die Anfänge des geologischen Mittelalters, u. das englische Salz nimmt daher einen bevorzugten Platz in der geologischen Zeitenfolge ein. Die Mächtigkeit der ganzen Schicht des neuen rothen Sandsteines wird auf 1800 Fuss angegeben. Die Salzschichten darin hält man für die Niederschläge ehemaliger abgetrennter Meertheile oder mit andern Worten für versteinerte Binnensalzsee'n. Von diesen unterirdischen Lagern allein wird in England das Salz gebrochen, denn nur in Schottland noch beschäftigt man sich mit der Abdampfung des Meerwassers. Die Salzquellen finden sich vorzüglich vereinigt um Northwich an dem

*) Das Steinsalz wird an den meisten Orten von einem Mantel von Thon umgeben, der dem W. undurchdringlich ist, daher der Mangel an Salzqu. im Steinsalze u. der Umstand, dass z. B. in den Alpen die Salzqu. nur den Gyps, nie das Steinsalz begleiten. Diese Schutzmittel machen, dass die sporadischen Gypse u. das Steinsalz an den meisten Orten wenige Zerrüttungen zeigen, bei weitem weniger als ihre Auflöslichkeit erwarten lässt. (v. Alberti, Halurg. Geol. II, 1852.)

**) Nach Leymerie pflegen die Soolqu. der Pyrenäen in der Nähe solcher Orte, wo Pykrolith-Adern (Ophite) zu Tage streichen, in einem durch diese Erhebung dislocirten Terrain zum Vorschein zu kommen. Er geht dabei von der Ansicht aus, dass diese Pykrolith-Eruption von Dampf- u. Gasausströmungen begleitet war, womit sich die Schwängerung des Sandes u. der Muschelerde mit Bitumen im Dep. des Landes, die Umwandlung der Kalkerde in Gyps u. s. w. erklären lasse. Einer langdauernden Sublimation schreibt er auch die Anhäufung von Steinsalz zu, dessen Ursprung er vom Meere ableitet. Im Centrum der Kette tritt nur Eine Salzqu. auf. Alle Salzqu. der Pyrenäen verdanken ihr Salz dem Salzgesteine oder von Salz durchdrungenem Mergel; sie sind von denselben Verhältnissen wie Steinsalz-Ablagerungen begleitet; es findet sich Steinsalz in ihrer Nähe. Mehrere werden durch den Betrieb schwächer. Keine dieser Qu. ist warm. Vgl. Mém. de l'Acad. 3. Sér. V. Das Steinsalz von Camarade u. von Briscous ist mit Kalk- u. Magnesia-Sulfat versetzt u. stark mit Thon u. Sand verunreinigt.

Weaver, der sich in den Mersey ergiesst. Als Esquiros das eben genannte kleine Städtchen betrat, war er betroffen über den ruinenhaften Zustand seines Gasthauses zum Engel, obgleich der Wirth ihn versicherte, der »Engel« sei noch eines der festesten Häuser in der Stadt. In der That fand sich denn auch, dass die Mauern u. die Kamine überall Sprünge hatten oder schiefe Gesichter zogen. Die Engelwirthin gestand mit christlicher Fassung, dass seit etlichen Jahren ihr Haus in den Boden sinke, denn während man früher drei Stufen in den Hof hinabgestiegen, müsse man jetzt hinaufsteigen. Aber nicht blos an den Gebänden, sondern auch am Spiegel des Flusses, der sich tief gesenkt hat, spürt man Veränderungen. Vor einigen Jahren noch konnten Boote auf dem Weaver kaum über eine gewisse Windung des Flusses hinauf, jetzt könnte an der nämlichen Stelle ein Kriegsschiff manöveriren. Die Ursache dieses gelinden u. stillen Erdbebens sind, wie man schon errathen haben wird, die Salzquellen, denn sie entstehen von dem eingedrungenen Regenwasser, welches die Salzlager erweicht, sich dort sättigt u. das Salz ans Tageslicht bringt. Enthält nun solches Wasser 22—25 Prozent Salz, so müssen die Schichten endlich aufgelöst werden, als ob sie von Zucker wären, u. natürlich die ausgeleckten Höhlungen zusammen sinken. Hat also das Salz die Stadt Northwich geschaffen, so wird es sie auch eines Tages zerstören. Die Salzquellen fliessen über Steinsalzschichten von 24—30 Fuss Mächtigkeit, die wiederum auf anderen Gesteinen ruhen, unter denen eine ältere Schicht von Salz folgt. Das Salzwasser wird durch Pumpen in ein grosses Becken gehoben u. dann auf Pfannen verdampft. In der einzigen Stadt Northwich werden jährlich an 45000 Tonnen Salz (à 20 Ctr.) gesotten, oder so viel wie der Verbrauch von 4½ Mill. Menschen beträgt. Noch auf lange Zeit werden die Reichthümer unerschöpft bleiben, denn die obere u. die untere Schicht Steinsalz erreichen zusammen eine Mächtigkeit von 90 bis 100 Fuss.«

Im englischen Steinkohlengebirge finden sich Salzqn. an einigen Punkten in grosser Tiefe u. bei Newcastle reich genug, um früher auf Salz benutzt worden zu sein. Die reichhaltigste dieser Qu. in der Birtleygrube am Wear enthält über 800, eine andere in der Jarrowgrube fast 600 Z.T. Kochsalz; sie lassen sich über Durham verfolgen, in welcher Gegend Salzqu. hervorbrechen, wo die Steinkohlenformation von Trappgängen durchsetzt wird. Auch bei Kingswood im Kohlendistrikte von Bristol u. bei Ashby de la Zouch in Leicestershire kennt man Soolquellen, welche zwar alle nahe an der Grenze des Zechsteins u. Buntsandsteins liegen, doch nicht nahe genug, um das Salz aus diesen Formationen ableiten zu können. Karstens Arch. V, 1832, Karstens Salinenkunde 1846. Bei Sulzbach im Saarbrücker Kohlengebirge, bei Löbejün unweit Halle u. bei Zwickau in Sachsen sind gleichfalls Salzquellen bekannt, von welchen die letztere fast 1500 Z.T. Kochsalz u. überhaupt 2500 Z.T. an Salzen enthält. (Kersten im Journ. f. prakt. Chem., Bd. 35, 1845.) Bei Kreuznach brechen die Soolqn. aus Porphyr hervor, welcher von der Steinkohlenformation umgeben wird.

Im Gebiete der grossen Steinkohlenformation Nordamerikas sind zumal in Pennsylvanien, Ohio, Virginien, Kentucky, Illinois u. Indiana an zahllosen Punkten Salzquellen erbohrt worden, zu deren Versiedung das

Brennmaterial oft unmittelbar dabei gefördert wird. Im Staate Ohio wurden sie gewöhnlich 650′ tief unter einem mächtigen Lager eines grauen harten Hornsteins, innerhalb der porösen krystallinischen Sandsteinschicht erreicht, welche dort überall die reichste Soole liefert. Viele dieser Soolen sind ausserordentlich reich an Bergöl u. Kohlenwasserstoffgas. Wenn nun auch vielleicht manche dieser Soolqu. aus den ältern, unter der Steinkohle abgelagerten Formationen entspringen sollten, so möchte doch wohl ein Theil derselben wirklich aus der Steinkohlenformation stammen, welche ja auf der Insel Cape-Breton ebenfalls reich an Salzqu. ist, u. in ihrer untern Etage alle die Steine beherbergt, wie sie in den Steinsalz-Ablagerungen anderer Formationen bekannt sind. (Aus Naumanns Geognos. II, 1860.)

»Ferner verdient besondere Erwähnung: dass von Salzhausen an, durch die ganze Wetterau, bis zum Taunusgebirge hin sich eine Reihe von Salzquellen zeigt, die sich vor den übrigen M.Qu. der Wetterau durch Salzgehalt auszeichnen, in besonderem Zusammenhange zu stehen scheinen u. dadurch auf eine Verbindung des Taunus nebst seinen Quellen u. des Vogelsberges in gleichartigen Producten hinweisen. Diese Reihe von Salzqu. erstreckt sich von Salzhausen über Schwalheim, Wisselsheim, Nauheim, Homburg, Kronberg, Soden, bis Wiesbaden hin...... Sämmtliche genannte Orte enthalten Soolquellen, Schwalheim ausgenommen.... Dieser Verlauf von Soolqu. ist grösstentheils von Braunkohlenlagern begleitet, u. Salzhausen hat gleichfalls ein solches Braunkohlenlager.« Möller Salzhausen; 1835.

»Wenn auch bis jetzt das Steinsalz leibhaftig nur selten in den Uebergangsformationen nachgewiesen worden ist, so sind doch Salzqu. in so manchen Gegenden bekannt, dass an dem Dasein grösserer Steinsalz-Ablagerungen im Schoosse dieser u. vielleicht noch älterer Formationen gar nicht gezweifelt werden kann. Besonders in Nordamerika muss diess vielfach der Fall sein. In New-York entspringen in den Grafschaften Oneida, Onondaga, Madison, Ontario, Seneca u. anderwärts sehr viele u. reiche Salzqu. aus den Schichten der silurischen Formation.... In Pennsylvanien, Ohio u. Virginien brechen viele Salzqu. theils aus, theils unter der Steinkohlenformation hervor.... Bei Abington in Virginien erbohrte man das Steinsalz wirklich u. bohrte 186′ hinein, ohne sein Ende zu erreichen.« (Naumann.)

Uebrigens sind Salzqu. im Gebiete der silurischen oder devonischen Formation auch aus vielen anderen Ländern bekannt. Bei Staraja-Russa im Gouv. Nowgorod springt aus devonischen Schichten eine Salzqu.; eine andere ist daselbst in 700′ Tiefe erbohrt worden; Gumprecht hält es für wahrscheinlich, dass die zahlreichen Salzqu. in Samogitien u. Lithauen in denselben Schichten ihren Ursprung haben. Bei Altensalza im Voigtlande brechen sogar Salzqu. aus dem alten Schiefergebirge hervor, so wie auch aus der untersten Abtheilung des Cumberlander Schiefergebirges bei Keswick eine Soole quillt; im Cornwaller Schiefergebirge kennt man Salzqu., die um so reicher werden, je tiefer man sie verfolgt u. bei Werdohl an der Lenne in Westphalen bricht eine 5procentige Soole aus der Uebergangsformation. »Selbst aus kryptogenen u. aus alten eruptiven Formationen brechen Salzquellen hervor, wie z. B. bei Kreuznach in Rheinpreussen aus

Porphyr u. in Neu-Granada, wo Salzquellen aus Glimmerschiefer bei Guayeval, aus Hornblendeschiefer bei Salina, aus Syenit bei Rio Grande u. Cuaca entspringen, zum Beweise, dass wohl ursprünglich alles Kochsalz aus den Tiefen der Erde abstammt.« (Naumann.)

§. 117. Bildungsweise der Salzquellen.

Nur wenige Salzqu. verdanken dem nahen Meere oder Salzsee'n ihre Entstehung. Bei einigen offenbart sich ihr Ursprung dadurch, dass sie am Meeresufer liegen u. mit der Mischung des Meerwassers ganz übereinstimmen (S. 136); man könnte diese M.W. als »thalassoidale« bezeichnen. Zuweilen zeigt sich aber auch der Zusammenhang mit dem Meere darin, dass sie mit der Fluth u. Ebbe zu- u. abnehmen. Viele Salzwässer des Festlandes sind wieder nur Rückbleibsel vorweltlicher Meere u. stimmen der Mischung nach mit den jetzigen Meerwässern ziemlich überein. Man kann bei derartigen meerwasserähnlichen Wässern öfters wohl annehmen, dass auch ihr W. dem vorweltlichen Meere angehöre; denn wenn sie durch die Lösung des in damaligen Zeiten abgelagerten Salzes durch neuzugekommenes Meteorwasser entstanden wären, würden sie die Salze, welche ihrer Leichtlöslichkeit wegen nicht in den urweltlichen Salzablagerungen mit dem Kochsalz herauskrystallisirten, wohl nicht enthalten.

Auf der Erdoberfläche kann die Lösung des Salzes, das sich in Efflorescenzen oder sonst darbietet, stattfinden, aber noch häufiger geschieht dies in der Erde selbst. An vielen Orten hat man dem W. künstlich den Zutritt zu den salzhaltigen Lagen möglich gemacht, um dasselbe nach einiger Zeit als Soole heraufzupumpen. Zur vollen Sättigung des W. mit Salz gehört ein kleinerer oder grösserer Zeitraum. Im Dürrenberge genügen dazu schon 3 Wochen, im Salzberge zu Hall erst 40—50 Wochen. Kleinere Sinkwerke in Berchtesgaden werden mehrere Male im Jahre geleert, bei grössern ist oft ein volles Jahr zur Auslaugung nöthig. Wo das W. auf dem Boden mit Kochsalz in Berührung kommt, hindert das schwere spez. Gewicht der untern mit Salz gesättigten W.-Schichten das Aufsteigen derselben, so dass es lange Zeit dauern kann, ehe die obern viel Salz angenommen haben.

Wird dem W. einer Soole durch Wältigung die gewöhnliche Zeit zur Auslaugung genommen, so kann sie schwächer werden, wird sie nicht gewältigt, so können auch schwächere W. statt der stärkeren zum Ausflusse kommen. So enthält eine Soole der Saline Münster im Winter, wenn sie lange geruht hat, am wenigsten Salz. Der Betrieb der Soole kann daher von günstigem Einfluss auf den Gehalt sein, indem er Bewegung in das stockende Salzwasser der Tiefe bringt. Im Bohrlochschachte zu Dürrenberg brachte eine Gewältigung auf 640—630′ der Soolsäule den Gehalt auf 9,09 %, während bei einer 683′ hohen Soolsäule der Gehalt nur 7,75 % war.

In New-York liegen um den Onondaga-See herum Salzquellen von 14—15 % Salzgehalt; ihr Gehalt wächst aber auf 16—17 %, wenn das Niveau des Sees sehr hoch steigt. Dies wird der Vermehrung des Wasserdrucks zugeschrieben, wodurch das gesalzenere tiefere W. hervorgetrieben wird.

Diese Qu. liefern ein Viertel von allem in der Union erzeugten Salze. (*Ausland 1841, No. 63.) Ein höherer W.-Stand kann aber auch einen vermehrten Ausfluss mit Schwächung des Salzgehaltes veranlassen, wenn das hinzugekommene W. oben schwimmt u. sich erst spät mit dem Salzwasser in der Tiefe vermischt.

Die Soolquellen von Kösen nehmen nicht blos an W.-Zufluss, sondern auch, wie die von Schönebeck, an Gehalt durch die beständige Wältigung ab. Das Auspumpen des W. bringt in solchen Fällen häufig eine mit Süsswasser vermischte Soole herauf.

Häufig ist der Zusammenhang der Soolqu. mit salzführenden Schichten u. Salzlagern nicht nachgewiesen, in andern Fällen hat sich, wie zu Artern, wo eine wasserreiche Soole seit Menschengedenken fliesst, durch das Ersinken einer mächtigen Soolqu. unmittelbar über dem Steinsalze das Räthsel gelöst. Zuweilen nimmt der Salzgehalt mit der Tiefe der Brunnen zu u. lässt dann eine Annäherung an ein Salzlager vermuthen. Andere Male hat man einen ursprünglichen Salzgehalt des harten Gesteins z. B. des Porphyrs angenommen, um den Salzgehalt der daraus fliessenden Qu. zu erklären. Alberti zieht aber den Gehalt des Porphyrs an Kochsalz sehr in Zweifel, u. hält namentlich die Entstehung der Soolen zu Münster am Stein aus dem Porphyr für ganz unbegründet. Auch Salzthon ist dort nicht nachgewiesen. Ebenso zweifelhaft ist nach seiner Ansicht der Ursprung der Salzqu., welche aus Sedimentärformationen kommen, in denen sich kein Steinsalz oder gesalzenes Gebirge findet. Vgl. §. 120.

In Gegenden, wo Soolwässer sind, merkt man auch den meisten Brunnenwässern einen Salzgehalt an. Charpentier behauptet von fast allen Brunnen u. Quellen des thüringer Kreises, dass sie als schwache Soolen anzusehen seien. Von denen um Halle herum gilt dies im strengsten Sinne (Steffens). Doch kann es sich auch treffen, dass ganz nahe bei Soolen entspringende W. ihre Reinheit bewahrt haben. Neben den vielen Soolen zu Unna, Werl, Salzkotten u. Westernkotten finden sich ergiebige süsse Quellen. Viele süssen Qu. sind auch im Salzberge zu Hall u. im Dürrenberge.

§. 118. Kochsalzthermen u. Kochsalzsäuerlinge.

Viele Thermen führen kleine Mengen Kochsalz. Seltner sind warme W. mit grösseren Quantitäten. Einige in den letzten Jahrzehnden erbohrte Salzsäuerlinge gehören dahin. Unter den natürlich erzeugten ist die 73° warme Qu. zu Paipa in Südamerika nennenswerth, die, neben Kochsalz 133, schwefels. Natron 330 u. kohlens. Natron 5 enthält. Im Allgemeinen sind aber die an Kochsalz reichen W. nicht besonders warm, noch auch reich an Kohlensäure, zum Beweise, dass sie ihren Gehalt vorher zersetzten Steinen oder schon bestehenden Salzablagerungen verdanken. Unter den kochsalzhaltigen Thermen mit wenig CO^2 sind Aachen (26,4 Z.T. Kochsalz) u. Burtscheid (28,4) als alkalische W., Bourbonne (58) u. Wiesbaden (68,4) als nicht alkalische zu merken. Unsere deutschen Soolen bleiben meist unter 17°. Ueber die Temperatur der Kochsalzwässer s. Munke in *Gehler Phys. Wörterb. Art. Quellen.

In Gegenden, wo eine grosse Zahl von Kohlensäure-Ausströmungen besteht u. darum alle Zwischenräume des Gesteins mit kohlens. W. oder mit dem Gase selbst angefüllt sind, wird wohl die Zersetzung des Gesteines lebhafter als sonst wo sein; woher es kommen mag, (wenn man nicht das Vorhandensein des Kochsalzes bei vulkanischen Vorgängen zu Hülfe nehmen will) dass in allen M.Qu. des Gebietes des Laacher Sees kleine Mengen von Kochsalz auftreten. Wie überhaupt die löslichen Salze mit der tieferen Lage bei derartigen Quellgruppen abzunehmen pflegen, so auch das Kochsalz. Bei weitem überwiegt darum dieses Salz im Heilbrunn, verglichen mit den höher gelegenen Sauerwässern. Nur die in noch tieferm Niveau gelegene, aber schon entferntere Qu. von Roisdorf übertrifft sie noch im Kochsalze, obwohl die auch tiefer gelegene Qu. am Fusse der Landskron sie noch lange nicht erreicht. Bei Roisdorf könnte die Braunkohlenformation zu diesem Reichthum an Chlornatrium beitragen, der bei der andern Qu. wahrscheinlich dem längern Verlaufe im Uebergangsgebirge zuzuschreiben ist. *Bischof Geol. I, 461. Die Tabellen von *Nivet über die Natronsäuerlinge des Dep. Puy de Dome weisen im Allgemeinen mehr Kochsalz als bei den Qu. des Laacher Sees auf.

Unter den Salzsäuerlingen sind die erbohrten W. von Nauheim, Homburg, Kissingen mit 346, 193, 167 Chlornatrium (in der stärksten Qu.) merkwürdig. Sie enthalten viel kohlensauren aber wenig schwefels. Kalk; die beiden ersten Chlormagnesium u. Chlorcalcium, die Kissinger W. Chlormagnesium u. schwefels. Magnesia. Auch die Soolsäuerlinge von Rothenfelde in Hannover (570 Chlornatrium), Orb (284), Neuhaus bei Neustadt (148), beide in Unterfranken, haben viel kohlens. Kalk u. sind mehr oder minder reich an schwefels. Kalk u. schwefels. Magnesia.

§. 119. Deutschlands und Oesterreichs Soolwässer.

Deutschland ist besonders reich an Kochsalzwässern, die sehr häufig aber nicht 1 % Gesammtgehalt haben, zuweilen 1 — 2 %, z. B. Dürckheim (mit 128 Z.T. festen Gehalts), Schmalkalden (139), Laer (147), Salzschlirf (159), Karlshafen (183), zuweilen schon 3 — 9 %, z. B. Wittekind (331 — 377), Soden in Unterfranken (454), Elmen (484), Kösen (496), Sülz in Mecklenburg (541), Salzdetfurth in Hannover (606), Juliushall (652), Halle (Hackebrunn 842), Oeynhausen (Bulowbrunn 943), oder gar über 10 % hinausgehen, wie Elmen (No. 3 1108) u. Halle (Gutjahr 1889). In Mittel- u. Norddeutschland sind mehrere mit Kochsalz fast gesättigte Wässer. Zu Artern (Regierungsbezirk Merseburg) hat man in etwa 300 M. Tiefe das Steinsalz angebohrt. Der Ausfluss der Soole u. gewöhnlich auch ihr Salzgehalt werden bei vermehrten meteorischen Niederschlägen verstärkt. Der Salzgehalt lässt sich auch durch Anfstauen vermehren. Zu Arnstadt (Schwarzburg-Sondershausen) hat man im Muschelkalke in etwa 287 M. Tiefe Soolwässer von 1700 — 2550 Z.T. Gehalt erbohrt. Zu Salzungen (Sachsen-Meiningen) sind bis 150 M. tiefe Bohrbrunnen. Auch die laue kohlensäurereiche Soole von Sooldorf bei Nenndorf (Rodenberger Soole) tritt durch ein Bohrloch aus. Das Bohrloch der Rohns'schen Soole zwischen Göttingen u. Grone ist sogar 1580 (hannöv.?) Fuss tief.

I Mittel- und Norddeutsche Soolen.[1]) In 10000:	Artern.	Salzungen, Bernhardsbrunn.	Rohns Soolqu. bei Göttingen.	Arnstadt.	Sooldorf.
Chlornatrium	2659,	2617,7	2515,	2243,6	2007,8
„ magnesium	32,7	,3	2,7	51,	21,2
„ calcium			2,87	64,5	61,7
Schwefels. Magnesia	5,2	1,6[2])			
„ Kalk	45,1	43,	54,1	17,	7,8
Fester Gehalt	2442,	2669,	2576,	2378,	2199.
Spezif. Gewicht		1206,1	1197,		

[1]) In dieser u. den nächstfolgenden Tabellen sind die unbedeutenderen Bestandtheile weggelassen.

[2]) Noch schwefels. Kali 3,8.

Hier kann noch die bei Stassfurth, 3 Ml. von Magdeburg, durch ein 302 M. tiefes Bohrloch erlangte Soole von 3328 Z.T. Gehalt angeführt werden. Nachher (vor 1842) wurde das Steinsalz erbohrt; worin aber viel Bittersalz u. Chlornatrium sein sollen, wie auch die frühere Soole relativ wenig Kochsalz enthalten haben soll.

Fast gesättigt sind die würtembergischen Soolen u. eine hessische Soole, Wimpfen. S. Tab. II.

II Würtembergische Soolen nach Fehling 1847. In 10000:	Clemenshall.	Rottenmünster.	Friedrichshall.	Hall.	Schwenningen, Bohrloch 5.	Schwenningen, Bohrloch 2.	Sulz.	Wimpfen (Hessen).
Chlornatrium	2590,21	2562,51	2556,25	2571,8	2527,94	2515,7	2347,3	2545,
„ calcium			[2,8		2,76	1,34		[5, [1])]
Schwefels.Natron	1,97	,51	Chlormagn. od. schwefels. Magn.]	2,8				[,34[2])]
„ Kalk	44,45	46,13	43,74	17,05	45,53	46,52	50,8	48,2
Kohlens. „	1,95	2,97	1,	,37	2,78	2,9	1,62	[3])
Fester Gehalt	2639,	2612,	2604,	2592,	2579,	2566,	2400,	2599.
Spezif. Gewicht	1205,1	1202,6	1202,8	1199,	1200,3	1198,7	1184,5	

[[1]) Chlormagn.]
[[2]) Schwefels. Magn.]
[3]) Noch Brommagnium.

Die Ludwigssaline des badischen Dorfes Dürrheim benutzt eine Bohrloch-Soole, worin Kölreuter fand: Chlorkal. 0,03, Chlornatr. 2568,8, Chlormagn. 5,6, Chlorcalc. 9,2, schwefels. Kalk 14,3, etc.; im Ganzen 2601.

Von den österreichischen u. baierischen Soolwässern sind die folgenden die am meisten gesättigten. Die Soole von Ischl u. Hallstadt (Traunkreis) bildet sich durch die Berührung des Tageswassers mit dem Salzthone, der sich in den Salzbergen findet u. wird bergmännisch gewonnen. Auch die Soole von Hall (Tyrol) ist eine Bergsoole. Zu Reichenhall, wohin die Sinkwerkssoole von Berchtesgaden geleitet ist, sind auch mehrere Salzqu. von 2050=2330 Z.T. Gehalt, wovon die Edelqu. 47′ untertags entspringt. Diese gibt jährlich 41000 K.M. Soole mit 9 Millionen Kilogr. Salz. Andere starke Qu. sind mit ihr vereinigt; alle zusammen geben 23 Millionen Kilogr. Salz. Durch Gradirung anderer Qu. mit 160—1470 Z.T. Gehalt werden noch an 2 Millionen Kilogr. Salz gewonnen.

Oesterreichische Soolen. In 10000:	Ischl.	Hallstadt.	Hall am Inn.	Reichenhall (Baiern).
Chlornatrium	2489,7	2614,3	2546,9	2260,
„ magnesium		29,6	25,9	4,5
Schwefels. Natron	29,			[6,1]
„ Magnesia	24,4	40,4	39,7	17,
„ Kalk	26,2	30,5	5,4	41,6
Fester Gehalt	2579,	2788,	2620,	2330.
Spezif. Gewicht	1128,	1200,		

[] Schwefels. Kali.

Die galizischen Soolen Drohobycz, Starasol, Rosolna scheinen viel Kali, die beiden ersten besonders viel Magnesium-Salze zu enthalten.

In Ungarn werden zu Salzburg (Sovar) aus 2 Schachten in Form einer Soole von 2500—2800 Z.T. Gehalt jährlich 150000 Centner Kochsalz gewonnen. Cf. §. Salzteiche.

§. 120. Westphälische Soolquellen.

Vielleicht ist kein Soolquellen-Gebiet besser bekannt als das westphälische. Die Stadt Münster in Westphalen liegt in der Mitte eines ehemaligen Meerbusens, der mit geschichteten Gesteinen der Kreideformation (Hils, Gault, Grünsand, Pläner) angefüllt ist. Eruptive Gesteine fehlen. Hils bildet die höchsten Rücken des Gebirges. Unter dem Gault, einem lockern Sandsteine, liegt ein Thon, woraus Salzquellen hervorbrechen. Am wichtigsten aber für das Vorkommen der Quellen sind 2 Grünsandlager im Pläner. In der südlichen Niederung des Münsterschen Beckens, dem sogenannten Hellweg, einem 16 Meilen langen Thale am Haarrücken, tritt eine grosse Menge von Soolqu. (über 160) entweder freiwillig oder durch Bohrlöcher zu Tage, die sämmtlich im Pläner oder im Grünsande entspringen. Etwas nördlicher liegen noch 13 andere im Pläner oder Thonmergel. Beide bilden eigentlich nur Einen Quellenzug der von Mühlheim an der Ruhr, über Steele, Bochum, Dortmund, Unna, Werl, Soest, Western- u. Salzkotten nach Paderborn u. Lippspringe hinzielt. Am nördlichen Rande des Beckens liegt noch ein

Dutzend Salzqu. in einer Länge von 10 Meilen. Die Salinen erzeugen jährlich 36 Millionen Kilogr. Rohsalz, genug für $3^1/_3$ Millionen Menschen.

Zwischen dem Rhein u. der Stadt Essen liegt die Saline Königsborn bei Unna, deren Soolquellen, wenn jede in ihrer höchsten Ergiebigkeit wäre, über 500000 K.M., eine einzige 80000 K.M. Soole geben könnte. Im J. 1854 lieferten 8 Oeffnungen 330000 K.M. mit 13 Millionen Kilogr. Rohsalz. Der Hauptbrunnen gab 1853 ein W. mit 416 Z.T., 1854 mit nur 390 Z.T. Rohsalz. Die Saline Werl hat mehrere Brunnen; darunter den Maximilian-Schacht, der im Gehalte zwischen 100 u. 837 Z.T. schwankt. Zu Sassendorf ist unter andern ein 317 M. tiefer Brunnen, zu Westernkotten ein 381 M. tiefer u. ein anderer von 397 M. mit einer 33⁰ warmen Soole von 930 Z.T. Gehalt. Zu Salzkotten hat der Hauptbrunnen 530—650 Z.T. Gehalt. — Unter den Soolqu. zwischen dem Hellweg u. der Lippe ist der Rollmannsbrunnen, der 1846—49 noch 340000—400000 K.M. Soole gab, 1854 nur noch 260000 K.M.. Zwischen Pelkum u. Rhynern ist ein Bohrloch von 498 M. Tiefe, dessen Soole nur 50 Z.T. Salz hat. — Am Nordrande des Münsterschen Beckens ist unter andern ein Bohrbrunnen zu Gottesgabe mit Kohlenwasserstoff u. das Salzwerk von Rothenfelde bemerkenswerth. —

Die westphälischen Soolen, wie sie über den Mündungen der Bohrlöcher oder aus den Pumpen zum Ausflusse gelangen, sind Gemenge aus einer Mehrzahl einzelner Quellen u. Quellchen. Die einzelnen in einem Bohrloche oder Schachte nacheinander aufgeschlossenen Soolqu. wechseln ganz regellos in Gehalt u. Ergiebigkeit. Selbst sind die tiefern nicht immer die wärmern. Unter der Tiefe, worin Soolqu. angetroffen werden, können noch süsse Qu. sich vorfinden. Oefters ist es möglich gewesen, die schwächern Qu. von den bessern zu sondern. Diese Zuflüsse haben nicht alle gleiche Steigkraft. In verschiedenen Ausflusshöhen sind die Ausgabemengen verschieden. Nahe Brunnen haben zuweilen ein verschiedenes Niveau. Hier vereinigen sich Soolen u. süsse W., während dort jede in besondern Systemen verlaufen. Das unterirdische Gebiet einer Qu. ist meistens nicht gross, zuweilen ausgedehnt, wie aus dem Zusammenhang der Qu. zu schliessen ist. So viel man beobachtet hat, ist keine der westphälischen Soolqu. in ihrer Ergiebigkeit unveränderlich. Die Menge steigt bei nasser Witterung sehr rasch. Sie nehmen gewöhnlich bald nach ihrer Eröffnung schon ab; gewinnen wieder, wenn sie eine Zeitlang verschlossen oder wenig gefördert werden. Einige vermindern allmälig in der W.-Masse oder versiegen gar (durch Schlamm, Versinterung, anderweitigen Abfluss u. s. w.). Tiefere Zuflüsse sind nicht immer die an Salz reichern. Wo es sich aber um einen todten Bestand handelt, nimmt die schwerste Soole die tiefste Stelle ein. Unter sämmtlichen westphälischen Soolen findet sich keine, die mehr als 930 Z.T. Salzgehalt hätte; 700—800 Z.T. haltige Soolen sind schon selten. Die reichsten Soolen sind gewöhnlich nicht ergiebig, doch macht der Rollmannsbrunnen u. ein Bohrloch zu Westernkotten eine Ausnahme. Reiche Qu. sind durch Bohrarbeiten meist nur in Revieren getroffen, in denen vorher gar keine oder doch nur geringe Salzmengen, sei es auf natürlichem oder künstlichem Wege, zutage gekommen sind. Der Salzgehalt aller dieser Qu. ist, wie es scheint, veränderlich.

Bei Vermehrung des Ausflusses steigert sich gewöhnlich auch der Salzgehalt. Die meisten Qu. nehmen nach u. nach merklich an Salzgehalt ab, auch wenn sie anfangs einige Zeit unverändert bleiben. Je mehr Soole ausfliesst oder ausgepumpt wird, desto rascher ist die Abnahme im Gehalte. Bei Ruhe erholt sich der Gehalt. Alle diese Qu. sind in meteorologischer Hinsicht Thermen, wenn sie auch zuweilen kälter sind, als nachbarliche süsse Quellen. Sie haben grösstentheils die Temperatur, welche der Tiefe entspricht, worin sie erschroten sind. Ein Bohrloch trifft verschieden warme Quellen. Von keiner der unter 18⁰75 warmen Soolqu. ist es erwiesen, dass sie eine unveränderliche Wärme besitze; bei allen, die viel beobachtet worden sind, hat sich die Temperatur wandelbar gezeigt. Am veränderlichsten sind die kältern; die über 18⁰75 scheinen unveränderlich zu sein. Zwischen der Wärme u. dem Salzgehalte findet keine Beziehung statt, weder im Allgemeinen, noch wenn man die Qu. desselben Bohrlochs oder Reviers, noch wenn man dieselbe Qu. zu verschiedenen Jahreszeiten betrachtet. Bei einer grossen Ausgabemenge, die im Frühjahr mit dem Schneeschmelzen verbunden ist, zeigt sich das W. öfters kälter.

In der chemischen Zusammensetzung sind sich alle ziemlich ähnlich. Wohl in allen ist Brom, Jod, Lithion, Schwefelsäure. Die meisten enthalten wenig schwefels. Kalk, Chlormagnesium u. Chlorcalcium, wohl immer kohlens. Eisenoxydul. Einzelne riechen immer oder zeitweise nach Schwefelwasserstoff. Wenige (besonders Rothenfelde) enthalten eine beachtenswerthe Menge CO^2.

Woher stammt nun der Salzgehalt der westphälischen Soolen? Der offenbare Ursprung der Soolquellen aus naher Umgebung u. geologische Gründe, die Huyssen weiter entwickelt, wie auch ihr im Allgemeinen geringer Salzgehalt, sprechen gegen eine Ableitung derselben aus Steinsalzlagern. Die Bildung der Soolen lässt sich aber durch Auslaugung genügend erklären. 21 Stufen von 23 aus dem Grünsande u. Pläner liessen Chlorsalze erkennen. 6 derselben wurden von Badeker quantitativ untersucht (3 Stufen Grünsand, 3 Pläner); alle 6 Analysen zusammenaddirt (auf die einzelnen Werthe kann es uns nämlich hier nicht ankommen) ergaben in 11172 Gramm 1,74 Gr. löslicher Salze (also auf 10000 1,55 Theile). In diesen 1,74 Gr. waren (nach Abzug von schwefels. Kalk 0,78, Natron 0,12, Magnes. 0,05, Kalk 0,054) 0,74 Chlorüre u. Sulfate, nämlich Chlornatrium 0,628, Chlorkalium 0,061, Chlormagnes. 0,008, Chlorcalcium 0,005 (letztere beiden nur in je 2 Stufen), schwefels. Natron 0,034, schwefels. Magn. 0,004 (beide nur in je Einer Stufe).

Obschon diese Stufen viel mehr Gyps enthalten, als die Soolen, namentlich auch im Verhältniss viel mehr Chlorkalium, so ist es doch denkbar, dass andere Lagen eine der Mischung der Soole entsprechendere Mischung haben. Eisen, Kieselsäure, Phosphors., die auch in den Soolen gefunden worden sind, können leicht aus den Gesteinen oder Schichtlagen stammen. Huyssen berechnet, dass die Summe Kochsalz, welche überhaupt im Laufe der Zeit dem Gebirge zu Königsborn entzogen worden ist, etwa 830 Millionen Centner oder 43000 Mill. Kilogr., aus dem Gesteine hergeleitet werden könne, wenn dieses ursprünglich nur 61 Z.T. Kochsalz in sich gehabt hätte. Dieser Kochsalzgehalt wurde aber schon von Brandes in einem Grünsandstein gefunden.

(In der Hallerde, woraus die Soolen von Sulz am Neckar sich in ähnlicher Weise bilden, hat man 106 Z.T. Na Cl nachgewiesen.)

Auch erklären sich die Eigenheiten der westphälischen Soolen nach der Auslaugungs-Hypothese leicht. Mit dem Fortschreiten der Auslaugung wird allmälig die Soole schwächer; wo die Auslaugung schon weit fortgeschritten ist, kommen süsse Qu. zum Vorschein; wo u. wenn die Soole stagnirt, nicht gepumpt oder zurückgehalten wird, reichert sie sich an; wenn sie schnell durchfliesst, wird sie schwächer; sie wird wasserreicher aber stoffarmer bei vielem Regnen u. beim Schmelzen des Schnees; schöpft man die Soole tiefer, so gewinnt man eine schwerere, mehr gesättigte Soole; wenn durch starken Zufluss des W. von oben ein stagnirender unterirdischer Behälter voller wird u. dann in einen andern, der sich nach aussen ergiesst, abläuft, so kann dieser letztere an seinem Ausflusse reicher an Salz werden; ebenso wenn das W. die obern Decken der unterirdischen Räume berührt u. abätzt, wenn die Vermehrung des Wasserdruckes u. die gesteigerte Bewegung des W. die unteren schwereren Soolschichten hinaufbringt, also bei Vermehrung der atmosphärischen Niederschläge, wird die Soole gesättigter. Die Temperatur bleibt hauptsächlich von der Temperatur des atmosphärischen W. u. der Tiefe, wohin es hinabsinkt, abhängig u. wird darum nicht geringer, wenn der Zu- u. Ausfluss stärker wird. Vf. erklärt ferner die CO^2 u. den Gyps der Soolen aus der Einwirkung von Schwefels. auf den kohlens. Kalk, die Schwefels. von oxydirtem Schwefelkies.

Die aus dem Gault u. Pläner entspringenden Soolen verdanken ebenfalls der Auslaugung ihren Salzgehalt. Alle Umstände (Temperatur, schwache Ergiebigkeit, Ausnutzung) sprechen dafür, dass die Qu. des Gaults aus ihm auch ihr Salz hernehmen. 3 Gesteinstücke ergaben als vorwaltenden löslichen Bestandtheil Kochsalz. Eines derselben, 950 Gramm schwer, hatte in sich Chlornatrium 2,34, schwefels. Natron 1,5 (!), schwefels. Kali 0,001, schwefels. Magn. 0,026, schwefels. Kalk 0,23, überschüssiges Natron 0,062, ausserdem noch Kalk u. Magnesia u. eine organische stickstofffreie, kohlenstoffreiche Säure, aus welcher sich die zu Rheine beobachtete Entwicklung von Kohlenwasserstoff erklären lässt. In Bezug auf die Rothenfelder Soole ist auch die Möglichkeit vorhanden, dass sie durch Auslaugung der Gesteine erfolgt. Struckmann zog schon aus dem Plänermergel von Iburg mit W. 8,5 Z.T. aus. Der Auszug bestand aus Chlorkalium 22,4 %, Chlornatrium 10,6, Chlormagnium Spuren, Chlorcalcium 6 etc. . Bädeker fand in 4 Stücken Plänermergel, etc. wenigstens Spuren von Chlornatrium, in Hilsstein 80 Z.T. lösliche Theile (hauptsächlich Kochsalz). Ein Plänerkalk enthielt in 1754 Gr. 0,23; also würden enthalten haben 175400 Th. 23,2 Th. = Chlornatrium 4,75, überschüssiges Natron 2,7, schwefels. Kalk 1,7, schwefels. Natr. 2,7, schwefels. Magn. 0,5, schwefels. Kalk 10,8. Aehnlich verhält es sich mit dem Hilssandstein zu Halle. (Die Fundorte aller dieser u. der oben angegebenen Stufen waren so, dass nicht daran zu denken war, dass ihnen der Gehalt an Salz erst durch die Soole zugeführt worden wäre.)

Das Kochsalz gehört einem frühern Meere an. Das im Gesteine, besonders im thonigen, zurückgehaltene Meerwasser musste bei der Verdunstung

Salze zurücklassen. Im Tiefsten der Mulde mag noch ehemaliges Meerwasser stehen.

Das Vorstehende ist ein Auszug aus einem 315 S. langen Aufsatze von Huyssen (Die Soolquellen des westfäl. Kreidegebirges) in der *Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. VII, 1855.

§. 121. Schweizer Soolwässer.

Nachdem man fast 3 Jahrhunderte das Salzwasser von Bex (Kanton Waadt) zur Kochsalzgewinnung benutzt hatte, entdeckte man im J. 1823 einen ungeheueren Salzfelsen. Dieser liegt im Anhydrit, welcher zwei in einen thonschieferigen Kalkstein (Liasbildung) eingeschobene Schichten bildet, von denen die untere über 1000′ mächtig ist u. das Salz u. die Salzquellen einschliesst. Das Salzgestein ist ein Gemisch eckiger Anhydritstücke von der Grösse eines Sandkorns bis zu mehreren Kubikklaftern u. einiger kleinen Schieferkalkstücke, die durch Anhydrit u. wasserloses Steinsalz miteinander verbunden sind. Dieses Gestein bildet einen fast senkrechten, mit den ihn umschliessenden Anhydritschichten beinahe gleichlaufenden Gang, den man in einer Länge von 4000′ u. einer Höhe von 600′ verfolgt hat u. dessen Mächtigkeit 2—50′ beträgt. Der mittlere Salzgehalt beträgt durchschnittlich 30 Pfund auf einen Kubikfuss. Man sprengt das Gestein u. bringt die Bruchstücke in weite, in den salzlosen Anhydrit gehauene Behälter (Dessaloirs), zerstösst sie grob u. leitet süsses W. darauf. Die Soole aus den Qu. u. den Behältern wird nun im Gradirhause concentrirt, oder wenn sie ohnedem schon reich genug ist, in die Siedhäuser geleitet. Die Gruben bilden zwei stockwerkartig übereinander liegende Räume. Die weniger reichen Qu. haben 90—140 Z.T., die fast gesättigten 2000—2350 Z.T. Salzgehalt; letztere lieferten im J. 1834 8230, im J. 1845 7160 Centner Salz.

Zu Rheinfelden, 3 Stunden von Basel, wurde im J. 1843 ein Soolwasser erbohrt, welches zwischen 130—450′ Tiefe sich an Gehalt ziemlich gleich blieb; $^1/_4$ St. davon fand man denn auch ein mächtiges Steinsalzlager. Das spez. Gewicht der ersten Soole ist 1071, das der zweiten (im Steinsalze) 1205.

In 10000:	1	2	3
Chlornatrium	840,3	2597,3	2391,7
Chlormagnium		1,6	
Schwefels. Kali	1,55		1,3
» Natron	6,61		,5
» Magn.	19,51		3,4
» Kalk	31,5	49,1	43,
Kohlens. »	8,6		1,5
Fester Gehalt	909,2	2648,	2442.

Unter 3 steht die Analyse des W. eines 461′ tief, bis ins Steinsalzlager getriebenen Bohrloches von Schweizerhalle, $1^1/_2$ St. von Basel; es ist ein Gemisch von zwei Proben zur Analyse verwandt worden. Spez. Gewicht 1192,2.

Die Soole von Wildegg zwischen Schinznach u. Aarau hat nur 144 Z.T. Gehalt.

§. 122. Soolwässer Frankreichs.

I) Becken der Lorraine. Dieses Becken ruht auf einer ungeheueren Steinsalz-Ablagerung, die sich schon durch zahlreiche Salzqu. verräth. Jetzt sind diese natürlichen Salzqu. verlassen, weil ihr Gehalt bedeutend niedriger ist als das meist gesättigte Salzwasser der Bohrlöcher. Das Terrain ist öfters so salzreich, z. B. zu Vic u. Moyenvic, dass es schwierig wird, Trinkwasser zu finden, welches nicht brackig ist. Schon im J. 1818 war man zu Vic in der Tiefe von 65 M. auf das Steinsalz gestossen; an andern Orten, Rosières, Pettoncourt, Haboudange, Mulcey, traf man späterhin zwischen 50—121 M. auf Steinsalz, das in vielen Lagen durchbohrt wurde. Die zu Dieuze angetroffenen 13 Lagen haben eine Gesammt-Dicke von 58 M., worunter eine Lage von 13 M. ist. Zu Dieuze liegt das Steinsalz im bunten Mergel. In den Terrains über dem Salze fliessen Qu. von 400 Z.T. Gehalt. Man lässt ein Quellwasser mit 146 Z.T. Gehalt sich im Steinsalze völlig sättigen. Das mit Pumpen gewonnene Salzwasser beträgt täglich 150 metr. Quintaux; u. das jährlich erzeugte Salz jährlich 125000 Quintaux. Etwa eben viel Salz geben zusammen die Salinen von Moyenvic, Vic, Chateau-Salins, Lezay, Varengeville. (1 Quintal=100 Kilogr.)

II) Rhein-Becken. Zu Salzbronn wurde das Steinsalz, ebenso wie zu Saaralbe u. Haras, im Muschelkalk erbohrt.

III) Becken der Franche-Comté. In der Saline von Montmorot werden jährlich wohl 200000 Quintaux Salz bereitet, welches aus 6 Bohrlöchern als ein fast gesättigtes Salzwasser (2300—2400 Z.T.) gewonnen wird. Sobald das Steinsalz erbohrt ist, wird eine concentrische Doppelröhre eingeführt. Durch die äussere Röhre geht das Süsswasser hinunter; aus der innern, worin das W. wegen der grössern spezifischen Schwere nicht so hoch als in der äussern steht, wird die Soole ausgepumpt. Das Steinsalz liegt hier im bunten Mergel. Die 5. Lage in einer Tiefe von 147 M. hat eine Dicke von 24 Meter. Das W. des Brunnens von Lons le Saulnier, das für eine Badeanstalt benutzt wird, hat 177 f. G.; das Salz enthält viel Chlormagnesium u. Chlorcalcium u. viel freie CO^2. Schon die Römer hatten das dortige Salzwasser zu Bädern verwendet. Zu Salins (Jura) zeigte die alte Qu. 1900 f. G., seitdem aber 3 Bohrlöcher bestehen, nur 700. Ihre Grädigkeit stieg mit der Wassermenge, die bald nach meteorischen Niederschlägen sich vermehrte. Die Salzquellen sind hier als das Resultat tiefer Erddurchbrüche anzusehen. Die gesättigte Bohrlochsoole kommt in 240 M. Tiefe aus dem Keuper. Zu Arc ist eine Nebensaline von Salins, wogegen die Saline von Grozon (Jura) keine Bedeutung mehr hat. Zu Gouhenans (Haute-Saône) liegt das Steinsalz auch auf Mergel. Die dortige Saline ist viel wichtiger als die von Fallon.

IV) Pyreneen-Becken. Unbenutzte Salzqu. sind im Dep. des Landes zu Gaujac, Pouy-d'Arcet u. Pouillon, benutzte zu Tercis, Dax, Préchac, Saubuse. Salzqu. finden sich in den untern Pyreneen zu Salies, Oras, Caresse, Briscous, Monguerre, Lahonce, Camon, Aincille. Zu Salies, Briscous u. Oras hat man bis zum Steinsalze gebohrt. Man fördert an diesen 3 Orten über 9 Mill. Kilogr. Salz jährlich, am meisten zu

Briscous. Die reichste Qu. von Salies hat 2350—2400 f. G.; das Gemisch aller W. 1900—2000 (spez. Gewicht 1164). Zu Aincille gewinnt man eine Soole von 1350 Z.T. Salz; doch wird das Auslaugewasser fast gehaltlos, wenn man schon 10 Tage die Auslaugung fortgesetzt hat u. man bedarf 5—6 Wochen, ehe das Süsswasser wieder seinen gehörigen Gehalt angenommen hat. In den östlichen Pyreneen ist die Soole von Salies (Haute Garonne) die bedeutendste; sie gab jährlich über 3 Mill. Kilogr. Salz. Die von Camarade hat nur 330 f. G.. Im Aude-Departement ist ein Salzbach (Salces) ausser den Qu. von Sougraigne u. Bugarach.

Französische Auslaugesoolen. In 10000 Gr.	Gouhenans.	Salins (Jura).	Salies (Basses Pyr.) 25° warm.	Dieuze.	Salies (Haute Garonne.)
Bromkalium		4,5	10,5		
Chlorkalium		38,4	20,8		,6
„ natrium	3040,7	2392,1	2160,2	1360,6	300,7
„ magnesium		85,3		4,6	4,4
Schwefels.	10,3	93,1		46,8	
	Natron	Kali		Magn.	
„ Kalk	55,8	26,7	152,5	34,	33,7
Fester Gehalt	3010,	2640,	2334,	1446,	340,6.
Spez. Gewicht			1198,		1025.

Die Zahlen von Gouhenans u. den beiden Salies beziehen sich auf C.C. u. wären für 10000 dem spez. Gewichte entsprechend zu erhöhen.

Die Soole von Salins (Meurthe) hat Na Cl 1322, ferner Ma Cl u. Ma O SO^3.

§. 123. Amerikanische Soolen.

Ich beschränke mich auf die abgekürzte Mittheilung weniger Analysen, da schon Einiges an andern Stellen dieses Buches über Soolwässer von Amerika mitgetheilt worden ist. *)

Amerikanische Soolen. Nach Beck. In 10000:	Liverpool.	Salina.	Syrakus.	Jeddes.
Chlornatrium	1428,5	1400,2	1323,9	1306,6
„ magnesium	7,7	5,1	4,6	7,9
„ calcium	17,2	10,4	8,3	20,3
Schwefels. Kalk	40,4	47,2	56,9	49,3
Fester Gehalt	1498,	1465,	1395,	1385.

*) Ueber die linienförmige Anordnung einiger Soolen in Amerika u. in andern Ländern s. den 2. Theil: Physik.

Der Neubrunnen zu Syrakus hat Chlornatr. 1735, festen Gehalt 1820. Die Brunnen von Montejuma haben 800—1012 festen Gehalt.

§. 124. Schwankungen im Gehalte der Kochsalzwässer.

In den vorhergehenden §§. ist bereits mehrmals der Einfluss, den die meteorologischen Veränderungen auf den Salzgehalt der Soolwässer haben, hervorgehoben worden. Es wird dienlich sein, diesen Gehalts-Wechsel noch weiter zu erörtern.

Nicht immer wird der Salzgehalt bei Regenwetter schwächer, sondern oft vermehrt sich die Salzigkeit des W., wenn es stärker fliesst u., wie man denken kann, der grössere Zufluss die concentrirteren Salzlösungen in Bewegung bringt u. sie mit den weniger concentrirten mischt. So steigt bei starkem Regen der Spiegel des Brunnens zu Rothenfelde oft sehr schnell, wobei dann das W. salziger u. auch wohl trübe u. lehmig wird. Cf. S. 198.

Biltz hat, durch die Differenz alter Analysen aufmerksam gemacht, die Abänderungen im Gehalte der Cyriaksqu. bei Erfurt 29 Monate lang untersucht. Der Gehalt schwankte in allmäliger Ab- u. Zunahme von 33,85 —48,7 Z.T.. Die Minima fielen auf den Februar (während im Jahre vorher in diesem Monate das Maximum nahe war), ein anderes Mal auf den Januar, die Maxima auf März u. Juni des nächsten Jahres. Eine ungewöhnliche Vermehrung des W. führte eine Vermehrung des Gehaltes mit sich; zu andern Zeiten war die Qu. nach grossem Regen schwächer an Salz. Die Steigerung der einzelnen Stoffe geht nicht gleichmässig vor sich. Die einzelnen Stoffe schwanken auch gegeneinander. Die Qu. enthält vorzüglich Kochsalz u. Gyps. Vgl. *Biltz Cyriaksqu. 1831 u. Schriften d. Akad. d. Wissensch. zu Erfurt.

Die Soolqu. zu Artern schien zwar im Allgemeinen nach Beobachtungen von den J. 1724 u. 1818, die mit denen von 1828—35 verglichen wurden, an Masse u. Salzgehalt wenig geschwankt zu haben; der Gehalt wechselte von 325—370 Z.T.; als aber im J. 1845 bei einer starken Thaufluth die W.-Menge fast aufs Dreifache stieg, erhob sich der Gehalt auf 407 Z.T. u. erhielt sich auch ziemlich auf dieser Höhe noch über einen Monat, obwohl der Abfluss wieder bald auf die Norm zurückgegangen war. Dabei blieb die Temperatur des W. constant 13^{0}7. Es lässt sich die Zunahme des Salzgehaltes bei der Fluth durch Umwühlung der tiefern salzreicheren Straten des Soolwassers erklären. Das anhaltende Ausfliessen einer stärkern Soole ergibt sich auch aus der geschehenen Vermischung ungleich gesalzener Schichten einer grössern W.-Menge. Im Gegensatze dazu bedingt auch eine Verminderung des W. nicht immer eine Zunahme des Salzgehaltes. Zu Salzkotten u. Westernkotten nimmt z. B. die Quantität des W., aber nicht der relative Salzgehalt zur trockenen Jahreszeit ab.

Die kalte Salzqu. von Airthrey in Schottland ist von Witterungseinflüssen abhängig, Im trockenen Sommer von 1826 enthielt $^1/_{16}$ Gallone 89,2, 1827 nur 80,8, im sehr nassen Jahre 1830 nur 75,2. Noch grössere Differenzen zeigte das schwächere Soolwasser, da es in den drei Jahren 71,17, 37,92, 30,75 Gehalt hatte. *Forrest Airthrey; 1831.

Als Beispiele eines häufigen, nicht unbedeutenden Wechsels hinsichtlich ihres Salzgehaltes können noch die oft analysirte Adelheidsqu. zu Heilbrunn u. die Qu. von Castrocaro angeführt werden. In letzterer Qu. hat Tozzetti im Mai 1844 345 u. im Juli desselben Jahres 313 Gran in 12 Unzen, dagegen bei 4 Untersuchungen von 1830—38 283—336 Gran f. G. gefunden. Die meisten kalten Salzqu. unterliegen ähnlichen Schwankungen u. würden noch grössere Variationen zeigen, wenn nicht, wie schon erwähnt, die Verdünnung der Salzlösung mit atmosphärischem W. durch die mit der vermehrten Strömung gegebene Aufrüttelung theils aufgehoben würde.

Aus den verschiedenen Abdampfungen des Kissinger Sauerwassers erweisen sich bedeutende Veränderungen, die mit diesem W. vorgehen; für den Rakoczy sind Wechsel von 65,7 — 76,6 constatirt, für den Pandur solche von 61,4 — 76,1. Nach Kastner ändert sich der Salzgehalt des runden Brunnens der Saline des Dorfes Hausen bei Kissingen, welcher mit der Soole der ½ Stunde entfernten Schönborn- u. Friedrichs-Quellen in Verbindung steht, von Zeit zu Zeit; er ist meist im Winter grösser als in den ersten Frühlings-Monaten, im Juli grösser als im Juni u. August, im Herbst grösser wie im Juli u. im Winter. Bei sehr anhaltender Trockenheit mindert sich der Zufluss; die Temperatur bleibt aber immer fast gleich.

Nach den bisherigen Analysen von Bourbonne u. Wiesbaden scheinen auch in den Thermen kleine Variationen im Gehalte an Natriumchlorür vorzukommen; es ist aber zweifelhaft, ob hierbei nicht das Zutreten von Süss-W. in den obern Schichten anzuschuldigen ist.

Seltener als der den Anzeigen des Ombrometers folgende Einfluss macht sich die Aufrüttelung als Folge von Erdbeben bemerkbar. In einem Bohrloche bei Sassendorf nahm in Folge des Erdbebens vom 29. Juli 1846, dessen Erschütterungscentrum man nach St. Goar am Rhein verlegt, die Salzsoole, sehr genau geprüft, um 1½ Prozent an Gehalt zu; wahrscheinlich, weil sich neue Klüfte geöffnet hatten oder gesättigtere Soole aufgerüttelt worden war (Nöggerath). Im Gegensatze zu diesem Faktum bestätigte Degenhardt aus Marnato, Kreis Popayan, die Beobachtung, dass manche Erdbeben auf den Gehalt der dortigen Salzquellen einen nachtheiligen Einfluss ausüben.

§. 125. Mit andern Metallen als Natrium verbundenes Chlor, besonders Magniumchlorür und Calciumchlorür.

Magniumchlorür oder Chlormagnesium, Chlormagnium, Mg Cl. Mischungsgewicht 47,46. In 47,46 des wasserfreien Salzes sind 12 Magnium. Es ist eine grossblätterige, krystallinische Masse, die unter starker Erhitzung 3 M.G. Krystallwasser aufnimmt u. dann in W. sehr leicht löslich ist. An feuchter Luft zieht es sehr rasch W. an. Beim Erhitzen der Krystalle bildet sich Hydriumchlorür, welches entweicht u. Magnesia. Es bildet mit Kalium u. auch mit Ammonium wasserhaltige Doppelsalze, worin jenes oder dieses ein Drittel des Magniums im Magniumchlorür substituirt.

Calciumchlorür, Chlorcalcium, Ca Cl. Mischungsgewicht 55,46. In 55,46 Th. des wasserfreien Salzes sind 20 Calcium. Das entwässerte Chlorcalcium ist eine weisse poröse Masse. Beim Glühen an der feuchten

Luft geht ein geringer Theil derselben in Kalk u. Hydriumchlorür über. Das Calciumchlorür löst sich sehr leicht u. zwar unter starker Erhitzung in W. u. es zieht auch aus der Luft mit grosser Begierde Feuchtigkeit an, weshalb die mit 3 M.G. W. versehenen Krystalle des Hydrates nicht haltbar sind. Diese Krystalle bringen beim Auflösen eine grosse Kälte hervor. Calciumchlorür ist in Alkohol löslich.

Wenn mehr Chlor in den M.Wässern ist, als dem Natrium zur Bildung von Natriumchlorür zukommt, ist es entweder mit Hydrium zu Hydriumchlorür (§. 113) oder mit andern Metallen in Verbindung zu denken. Von einigen dieser Verbindungen des Chlors (mit Kalium, Eisen, Aluminium etc.) wird bei den betreffenden Grundstoffen Rede sein; hier gehen wir auf die so häufig in den Soolwässern vorkommenden Erdverbindungen näher ein. Die Soolwässer sind nun nicht selten sowohl mit Ma Cl als mit Ca Cl versehen; häufig aber auch nur mit einem von beiden u. dann gewöhnlich mit Ca Cl. Es hängt dies von dem relativen Reichthum derselben an Magnium u. Calcium ab.

Wenn man nämlich so viel als möglich sich den Kalk an CO^2 und, wenn diese nicht ausreicht, an SO^3 gebunden denkt, so bleibt bei vielen Soolwässern noch ein Ueberschuss von Calcium, der dem Chlor anheimfällt, u. der zuweilen nicht genügt, um alles Chlor zu binden, wo dann noch Ma Cl gebildet werden muss. Reichten aber CO^2 u. SO^3 aus zur Bindung des Kalkes, u. ist dann Magnesia (u. Kali) mehr als hinreichend für die überschüssige SO^3 vorhanden, dann bleibt noch Magnium zur Bindung von Ma Cl. Ungewöhnlich bei den combinirten Aufstellungen der M.W.-Salze ist es, wenn neben kohlens. Natron Ma Cl oder Ca Cl aufgestellt werden; viel häufiger kommt es vor, obwohl dies auch nicht zu loben ist, dass neben schwefels. Natron eines dieser beiden Erdchlorüre oder neben schwefels. oder kohlens. Magnesia Ca Cl aufgestellt wird. Oft geschieht es auch, dass man schwefels. Kali neben Ca Cl annimmt, obwohl es wegen der Schwerlöslichkeit des Gypses wohl richtiger wäre, schwefels. Kalk u. Ka Cl zu bilden.

Im Meerwasser kommt kein Ca Cl unzersetzt vor, weil genug kohlens. u. schwefels. Natron u. schwefels. Magnesia hineingelangen, um dieses Salz nicht aufkommen zu lassen; die Natronsalze reichen aber nicht aus, um Chlormagnium u. schwefels. Magnesia zu zersetzen.

Vorkommen. Magnium u. Chlor sind in vielen Gesteinen; es scheint auch, dass sie darin zuweilen schon combinirt sind. Im Feldsteinporphyr u. Granite wird die Gegenwart von Magnium- u. Calciumchlorür durch den Gehalt der aus ihnen hervorbrechenden süssen Qu. an diesen Salzen wahrscheinlich gemacht u. ist auch, was den Porphyr betrifft, durch den direkten Auslaugeversuch bestätigt worden. Im Steinsalze, womit die leichter löslichen, besonders die zerfliesslichen Salze sich nicht leicht ablagern konnten, weil diese bei der Eindunstung des ehemaligen Meeres erst bei völliger Verdunstung des W. ausgeschieden worden wären, findet sich darum nur selten eine grössere Beimengung von Magniumchlorür. Eine Ausnahme bildet das Salz eines 1000′ tiefen Bohrloches zu Stassfurth, worin es mit Bittersalz dem Natriumchlorür beigemengt ist. Auch Ca Cl bildet sehr oft einen Bestandtheil der Gesteine u. findet sich auch in den Salzlagern. In Braunkohlen fand man es neben Kochsalz u. Gyps.

Wohl ohne Zweifel hat das W. sehr oft Magnium- u. Calciumchlorür angetroffen, ohne dass doch eines dieser Salze in Auflösung kommt; es wird dann nämlich durch gegenseitige Zersetzung ein anderes Chlorür gebildet,

dabei aber zuweilen Magnium oder Calcium in Form eines Carbonates nur theilweise gelöst, theilweise aber abgeschieden.

Selten sind solche M.W. (in ihrem Naturzustande), bei denen noch nicht die Hälfte des Chlors mit Natrium, dagegen mehr Chlor mit Magnium oder Calcium verbunden gedacht werden muss. Im W. von Pontedera soll Ca Cl fast ohne Na Cl vorhanden sein. Ein 30° warmes Quellwasser von Villatoya enthält nach Belloc (1846) in 10000: Na Cl 1,3, Ma Cl 4, Ca Cl 61,3, dann Chloralumin. u. Chlorsilicium, CaO SO^3 47, Ca CO^2 6 u. Eisen. *) Aehnlicher Art sind die lauen Qn. von Apoquindo, die in 10000 W. Na Cl 11,77 auf Ca Cl 21,65 enthalten, überhaupt auf 2,03 Mischungsgewichts-Werthe Natrium 3,98 M.G.-Werthe Calcium. Bei den Thermen von Cauquennes sind diese chemischen Werthe in den Verhältnissen 1,81 u. 1,94 Natrium auf 3,99 u. 4,01 Calcium ausgesprochen. In beiden Wässern, die übrigens fast nur jene beiden Salze u. wenig schwefels. Kalk enthalten, ist das Calcium vom chemischen Gesichtspunkte also doppelt so stark wie das Natrium vertreten. Ich finde noch eine Analyse eines amerikanischen Soolwassers, Ancaster, worin ausser etwas Gyps etc. Na Cl 178, Ma Cl 51, Ca Cl 128, überhaupt aber auf 31 M.G.-Werthe Natrium, 10,8 Magnium, 24,2 Calcium sind. Man sollte meinen, es wäre dies eher die Analyse einer Mutterlauge als eines unveränderten Soolwassers; doch haben wir in Deutschland ähnliche W.; worunter namentlich der Beringer Brunnen gehört, worin, ausser Alumininmchlorür etc., Na Cl 113, Ca Cl 102, Ma Cl 4 sein sollen (in chemischen Werthen fast genau soviel Calcium u. Magnium, wie Natrium); freilich ist die Analyse schon alt. Ziemlich wechselnd hat sich dieses Verhältniss von Na Cl u. Ca Cl bei 4 Analysen des Hubertusbrunnens bei Thale am Unterharze gezeigt; durchschnittlich kommt auf 2 M.G. Na Cl 1 M.G. Ca Cl, doch war dabei einmal dieses Verhältniss auf 2,87 : 2,24 abgeändert, nämlich Na Cl 168 u. Ca Cl 124,5. Dieses W. enthält fast nur diese beiden Salze in erheblicher Menge. Ebenso ist das laue Soolw. von Mondorf **) bei Luxemburg fast nur aus Na Cl (87) u. Ca Cl (32) mit etwas Ma Cl u. Ka Cl u. viel CaO SO^3 gemischt. Unter die an Ca Cl reichen W. sind noch Kontz-Basse bei Sierck (Na Cl 83, Ca Cl 23) u. Vignolles (Na Cl 51, Ca Cl 12) u. namentlich auch viele deutschen Soolwässer zu zählen. Ist es Zufall, dass die Linie, welche über die Orte: Kreuznach, Wiesbaden, Homburg, Nauheim, Wisselheim, Münzenheim geht, wo überall Soolen mit Ca Cl fliessen, in weiter Ferne auf Thale hinweist, dessen Brunnen so ausgezeichnet durch Ca Cl ist? Viel Ca Cl u. Ma Cl findet sich auch im W. von Arnstadt u. Sülz (Mecklenburg), Harrogate, Ma Cl im W. von Wildegg, Baassen, Sandefjord etc.. In den Halle'schen Soolen soll seit 1798 das Ma Cl, welches 1786 noch nicht vorhanden gewesen, stets im Zunehmen, dagegen Ca Cl im Abnehmen begriffen sein. Wahrscheinlich wechselt der Gehalt an beiden Salzen bei vielen Soolen je nach der Grösse der atmosphärischen Niederschläge,

---

*) Diese Zahlen sind vielleicht um ¼ zu hoch; über das zu Grunde gelegte Pfund war ein Zweifel.

**) Das W. kommt aus einem 730 M. tiefen Bohrloche, aus 502 M. Tiefe. Die Sonde ging durch Lias, Keuper, Muschelkalk, bunten Sandstein bis in die Grauwacke.

mit der fortschreitenden Auslaugung u. nach der Tiefe der zur Auslaugung gelangenden Schichten.

Merkwürdig ist auch die grosse Verschiedenheit im absoluten u. relativen Gehalte an Na Cl sowohl, als an Ma Cl u. Ca Cl, welche sich bei den verschiedenen Quellausbrüchen einer Gegend zeigt. Man überblicke nur einmal die Analysen der zahlreichen Qu. zu Dürckheim, deren Hauptbestandtheile ausser Na Cl die beiden Erdchlorüre, namentlich Ca Cl, ausmachen; oder die noch zahlreichern Analysen der Herkulesthermen, worin ausser Na Cl fast nur Ca Cl u. wenig schwefels. Kalk gefunden worden. In einer Qu. zu Dürckheim sind Na Cl 64, Ca Cl 23,6, in einer der genannten Thermen Na Cl 42,3, Ca Cl 25; doch sind in den andern Thermen derselben Quellorte ganz andere Verhältnisse beider Salze. Derartige Unterschiede der W. desselben Quellortes sind wohl nur aus der wirklichen Verschiedenheit der auszulaugenden Schichten erklärlich.

§. 126. Salzteiche, Salzsee'n, Salzflüsse.

Vgl. *v. Alberti Halurg. Geol. 1852, I, 50—75 (Aufzählung der bekannten Salzflüsse, Salzsee'n, Bittersee'n, Natronsee'n).

Es ist hier nur von Kochsalzwässern Rede, nicht von Natronsee'n u. Bittersee'n.

In Deutschland sind Salzsee'n eine seltene Erscheinung. Um ein Beispiel, das mir eben zur Hand ist, anzuführen. will ich eines salzigen Sees gedenken, dessen W. das Salz aus einem dort zu Tage stehenden Stollen aufnimmt, nämlich eines solchen bei Ober-Röblingen im Mannsfelder Seekreise; sein niedriges spezifisches Gewicht (1002,5) zeigt aber an, dass sein Salzgehalt schwach ist.

Einige Teiche im Hermannstädter Kreise Siebenbürgens bei Salzburg (Vizakna) sind wegen ihrer Mischung sowohl als wegen ihrer ärztlichen Anwendung merkwürdig.

*Salzburger Teiche. Schnell 1855.	Tököly-Teich.	Verestó.	Aszszonytó.
Jodmagnium	2,316	1,019	,769
Chlornatrium	1662,69	744,01	562,88
„ magnium	229,88	84,633	68.89
Schwefels. Kali	23,	10,802 *)	7,92
„ Magn.	3.38		2,16
„ Kalk	108,79 (!?)	41,5	34,27
Fester Gehalt	2030,06	882,04	676,88

*) Hier noch 0,07 Chlorkalium.

Zwischen Wolga u. Ural sind die Seeen: Elton, Bogdo, der Inderskische See, die Salzsee'n südlich des Arsagar, die an der Meeresküste zwischen den Mündungen der genannten Flüsse, die Karduanskoischen, Gurzew'schen u. andere. Ueberdies sind grosse Salzpfützen in SW des Eltonsees in einer Steppe, worin sich ein Salzberg erhebt. Nördlich Dmitrofsk, am linken Wolga-Ufer, fliesst ein Salzbach mit starken Salzquellen.

1. Der im Saratow'schen Gouvernement, 9,6 Myriameter von Zarewa, in einer Höhe von 19 M. über dem kaspischen Meere gelegene Elton-See (Jelton oder Altan-Nor d. i. goldener See) hat 180 Quadratwerst an Oberfläche (etwa 3,7 Qu.-Ml.) u. ist seicht. Er nimmt 8 Flüsschen auf, die bitteres salziges W. haben, im Sommer aber fast austrocknen, namentlich den Charysacha u. den Gorkoi; er soll aber auch salzige u. einige süsse Qu. haben. Die Flüsse sollen bei den stärksten Frösten nicht zufrieren. Auf der Oberfläche des Sees schwimmen einzelne Krystalle von Bittersalz;

auf dem Boden liegt eine Salzkruste von ungemessener Dicke. An diesem See sind 900 Arbeiter, in einer Gegend, die schreckhafter ist als Sibirien, beschäftigt, das Salz für 8 Gouvernements zu gewinnen. Ausser dem Salzmagazine sind noch Kasernen mit einer Kirche u. einem Krankenhause errichtet. Die Luft soll hier nach Chlor riechen. Die Concentration des W. wechselt. Ueber die Gewinnung des Salzes s. *Abh. d. ökon. Ges. zu Petersburg; 1845.

2. Bogdo. In ihn fliesst ein Salzbach u. mehrere Salzquellen. Der Grund ist mit Kochsalz bedeckt, was sich schichtenweise ablagert.
3. Inderskischer See. Durch ein Salzflüsschen gespeist. Man gewinnt aus dem See Kochsalz. Der geringe Gehalt an Ma Cl erklärt sich dadurch, dass im Frühjahr u. Herbst die daran nach dem Absetzen des Chlornatriums reiche Lauge durch das Regen- u. Schneewasser fortgeschwemmt wird.
4. Arsagar-See. Eine Auflösung von Steinsalz.
5. Die 17 Carduan'schen Salzsee'n sind unerschöpflich u. setzen Kochsalz ab, worunter ein krystallisirtes Salz liegt, der Astrakanit, aus gleichen Atomen Glauber- u. Bittersalz mit 4 At. HO bestehend, das sal catharticum Astrachanense.

Die Salzausbeute wurde im Gouvernement Astrachan fürs J. 1861 aus den See'n in der Nähe Astrachans zu 5550000 Pud voraus veranschlagt, aus den See'n Modschar u. Huiduck in der Kuma-Manytsch Niederung zu 482000 Pud, aus dem See Laskuntschatsky zu 200000 Pud. (1 Pud=16,38 Kilogr.)

Russische Salzsee'n. In 10000:	*Bogdo-See. Erdmann 1815.	Bogdo-See. Göbel 1835?	Krasnoe-Osero.[1] Göbel.	Stepanowo-Osero. Göbel.	Tchakraskoi-Salzsee.[2] Göbel.	Inderske'scher See.
Chlornatrium	2157,6	1900,	1750,45	2243,27	1810,39	2393,
„ magnium	562,	543,49	1795,37	90,51	492,77	173,5
„ calcium	7,4	89,9 [3]	176,61			10,1
Schwefels. Magn.	103,			68,68	420,11	34,6
„ Kalk	116,	2,8 [4]		4,62		4,2 [5]

[1]) Krasnoe-Osero oder rother Salzsee bei Perecop.
[2]) Tchakraskoi bei Kertsch.
[3]) Oder 98,9.
[4]) Noch Chlorkalium 19,92, Brommagn. 0,65.
[5]) Noch Brommagnium 0,45.

Ganz anderer Mischung, wie die hier aufgeführten See'n, ist der Gorkoe-Osero, der nach Göbel enthält: Chlornatr. 102,2, schwefels. Natr. 59,9, schwefels. Magn. 22,2, schwefels. Kalk 14,2.

Zwischen Wolga u. Don liegt der salzreiche Manetsch-See, unter vielen andern auch der Grusnoe (Osero), woraus Salz gewonnen wird, dann der Malinoe-See am Kama, andere bei Otschakow, die Nupatorischen (Koslow'schen) etc.. Die Salzsee'n der Krim liegen an der Seeküste. Die Halbinsel Abscheron ist sehr reich an solchen. 16—18 Kilom. von Baku sind die Salzsee'n: Massasir u. Sich, woraus viel Salz gewonnen wird, Mahomedi, Aruskum, Agadshar. Auf der Insel Tshelckaen sind sehr reiche Salzsee'n; das W. einiger ist so warm, dass man die Hand nicht darin halten kann. Acht andere sind am Kur. Die ganze Kirgisische Steppe zwischen Ural u. Irtisch ist voll von Salzsee'n, ebenso die weiter östlich vom Irtysch ausgebreiteten Barabynischen Steppen. Der Tschumbalo

liegt in der Kirgisischen Steppe. In den Vorbergen des Altai sind einige reich Salzsee'n. Am rechten Ufer des Irtysch ist der Salzsee Jamysch. Zahlreich sind die Kochsalz- u. Bittersee'n in der Alei-Steppe in Sibirien bis zu den Koräkowski' u. Jamyschekowski'schen Salzsee'n. Zwischen Loktewsk u. Barnal zahllose theils salzig-bittere See'n. Die Karassuzkie See'n, östlich vom Irtysch, haben völlig gesättigte Soolen. Die Gegenden um u. jenseits des Baikal-See's sind reich an Koch- u. Glaubersalz (Tagirskischen See'n, woher das sibir. Purgirsalz Pupugui, Bargusin, Urunsk, woraus Bittersalz gegraben wird etc.). Der Treu stan-See liegt noch in Sibirien. An der chines. Grenze liegt der Salzsee Borsa.

In den Thälern u. Bergen der Gobi, des höchsten Plateaus von Asien liegen Salz-See'n u. -Flüsse. Der See Tsugantougourik erhält von allen Seiten Salzquellen. In der Mongolei sind viele salzige See'n. Aus dem Tabos wird Sal gewonnen. Am obern Indus sind viele, im hintern Tübet mehre Salzsee'n. In de britischen Provinz Ajimer, durch ganz Jhoudpur u. Bikanir liegen auch viele u. am südlichen Rande des Iran Plateaus grosse salzige See'n. Aus dem Salzsee Khei sprudelt eine warme, etwas salzhaltige Qu.. In Westpersien liegt 1160 M. übe der Meeresfläche der Urmiah-See. Spez. Gewicht des W. nach Abich (1852) be 18°7 1175. Es enthielt ausser Spuren von Brom

In 10000:	
Chlornatrium	1906
„ magnium	158
Schwefels. Magnesia	128
„ Kalk	15.
Fester Gehalt	2207.

Seichte, Salz absetzende See'n liegen auf der Insel Ceylon. Das W eines gesättigten Sees auf Timor soll bei vielem Regen aufbrausen u. sich ausse ordentlich erwärmen.

Eine grosse Reihe von Salzsümpfen u. Salzsee'n zieht sich längs der Wes gränze Afrikas bis in das Innere von Tunis, obwohl nur von ein paar Stellen Afrika das Vorkommen von festem Steinsalz bekannt ist.

Von amerikanischen See'n kenne ich nur die Analyse des grossen, i Westen der Rocky Mountains gelegenen Utah-Sees, an dessen Ufern die Mormon eine grosse Kolonie gegründet haben. Die Analyse ist von Gale gemacht.

Chlornatrium	2050,64
Schwefels. Natron	145,7
„ Magn.	31,86, Spuren von Kalk.
Fester Gehalt	2228,2 (angeblich 2242,2).

In einem Thale der Sierra Nevada in Nordcalifornien liegt der Castek See, dessen salziges W. sich aber nur in der nassen Jahreszeit zeigt. Zu ande Zeiten ist eine mehrere Zoll starke Salzkruste vorhanden. Die Winde entführen Wolken oder Wirbelwindsäulen den Salzstaub u. bestreuen die Nachbarschaft in w tem Umkreise mit dem Salz-Pulver, welches dann zu andern Zeiten von dem nied strömenden W. wieder in das Seebett zurückgewaschen wird.

Eine Aufzählung der Kochsalz-Flüsse gibt Alberti Halurg. Geol. I. D W. kann so reich an Kochsalz sein, dass es die Erde da, wo es austrocknet, n dicken Salzkrusten bedeckt, wie es beim Copiabo der Fall ist. Meyen Reise d. Erde I, 377.

Von Salzbächen gebe ich 3 Analysen nach Göbel, eine (vom Sagis) na Hess (Berzel. Jahresber. 1829, VII).

Salzbäche. In 10000:	Charysacha.	Gorkoi Jerik.	Indersk. Flüsschen.	*Sagis.
Chlornatrium	406,5	168,3	276,	761,94
„ magnium	52,	16,5	6,7	32,48
„ calcium		20,7	5,6	
Schwefels. Magnesia	28,3			8,75
„ Kalk	12,4		26,9	55,3
Fester Gehalt	499,	205,	315,	859.

§. 127. Caspi-See.

Das W. des Caspi-Sees ist nicht reich an Salzen u. wechselt im Gehalte sehr nach Zeit u. Oertlichkeit. Man fand z. B. sein spez. Gewicht bei Derbend 1005,13, bei Baku 1006,09, anderswo 1005,93. Verschiedene Chemiker fanden an verschiedenen Stellen bei 12,5—62,9 Z.T. festen Gehalt. Fast 1° südlich von der Wolgamündung fand Rose 16,54, einen halben Grad südlich von der Uralmündung Göbel 62,94. W. von der Oberfläche genommen u. zwar bei der Landspitze Tjuk-Karagan, wo die W. des tiefern u. des flachen Beckens sich zu mischen scheinen, hatte (1854) nach Baer u. Mehner 149 f. G.. Vgl. Pharm. Centralbl. 1855. Rose's Analyse s. im Arch. d. Pharm. 1835, IV, 2, 152.

Abich analysirte W. von 2 Stellen: a) bei Baku aus 23′ Tiefe genommenes (Sp. G. 1008,45), b) bei Derbent aus 6′ Tiefe geschöpftes (Sp. G. 1007,11).

In 10000:	*Mehner.	*Abich a.	*Abich b.
Chlornatrium	89,504	85,	76,7
„ magnium	4,143	3,81	6,48
Schwefels. Kali	7,605		
„ Magnes.	29,298	31,86	30,4
„ Kalk	3,409	10,53	10,7
Kohlens. „	4,197	1,54 *)	,8 *)
Fester Gehalt	138,16	133,	125.

*) Inclusive kohlens. Magn..

Der Gehalt an schwefels. Magnesia ist relativ sehr stark.

§. 128. Asowisches u. schwarzes Meer.

Das Asowische Meer, der alte Palus Mäotis, ist weniger salzreich als das caspische u. auch als das schwarze Meer, womit es zusammenhängt. Nach Göbel hält das W. in 10000:

Brommagnium	,03
Chlornatrium	96,
„ magnium	9,5
Schwefels. Kali	1,3
„ Magn.	7,7
„ Kalk	,9
Kohlens. Kalk	1,6
Fester Gehalt	117.

Das schwarze Meer ist auch eher ein See als ein Meer zu nennen. Es hängt mit dem mittelländischen Meere zusammen, kommt ihm aber im Salzgehalte nicht gleich. A Schwarzes Meer, B Bosphorus.

In 10000:	A nach Göbel	B nach ?
Chlornatrium	140,	140,4
„ magnium	14,3	18,4
Schwefels. Kali	2,2	,36
„ Magn.	14,1	12,2
„ Kalk		5,24
Kohlens. Kalk	2, *)	1,59
Fester Gehalt	173,4	178,2.

*) Hier noch Brommagnium 0,06 u. kohlens. Magn. 0,7.

Der Bosphorus, in den die Strömung vom schwarzen Meere aus geht, hat nach Pisani ein W. von 1012,1—1013,9 spez. Gewicht, das bei O u. NO-Winden am salzreichsten, bei S-Wind verdünnter ist. In 10000 C.C. waren 162—173,9 Gr. festen Gehalts. Die unter B gegebene Analyse ist mit W. von 1013,45 sp. G. angestellt, welches bei Bujukdere genommen worden.

§. 129. Todtes Meer.

Das todte Meer ist ein im südlichen Syrien gelegener See, der 12 Meilen lang ist u. 3 Meilen breit. Man schätzt, dass sein Spiegel 152—435 M. unter der Fläche des Oceans liege. Dasselbe hat 120—480′ Wassertiefe. Es liegt an einem etwa 3 Stunden langen Salzberge (Seetzen). Auf der Ostseite wird es umgeben von ganz kahlen Gebirgen aus Jurakalk, der von Hornstein u. von mächtigen Basaltlagern durchsetzt wird. Lava soll südlich vom See vorkommen. In der Nähe finden sich Asphalt- u. Schwefel-Lager; auch wirft der See selbst zuweilen festes Erdharz aus. Südwestlich vom See ist eine Bitumen-Quelle. In seiner Nähe sind die Thermen Jidy, Feskah, Kallirrhoe. Die östlichste der südlich von Tabarijeh gelegenen Thermen ist das Kas en Nebi (Prophetenhaupt), von mehr als 47°5 Wärme, mit sehr salzigem u. Lakmus etwas röthendem W. (Ausland 1846, 1142).

Die Erde der am westlichsten Ende des Sees gelegenen Salzwüste Zeph enthielt in 16 % löslicher Salze viel Brom.

Das W. des todten Meeres ist so salzreich, dass fast kein Thier in ihm lebt u. dass der menschliche Körper darin nicht untersinkt. Der Salzgehalt wechselt aber sehr nach Zeit u. Ort; besonders übt die Regenzeit in dieser Hinsicht viel Einfluss aus, da das auf dem dichtern Salzwasser schwimmende Regenwasser nur allmälig von den Salzen durchdrungen wird. Dieser Wechsel zeigt sich schon in den Angaben der Analytiker über das spezif. Gewicht.

Die meisten Analysen stimmen darin überein, dass das W. so ziemlich neutral ist. Nur Hermbstädt fand 1822 (W. von 1819) in einem W. von 1240 spez. Gew. (mit Chlorcalc. 425, Chlorkal. 27,5, auch Chloreisen etc.) freie Salzsäure 50,7. Schweigger's Journ. XXXIV. Auch Landerer spricht von freier Salzsäure. Boutron u. Henry fanden 1493 als spezif. Gewicht. Aeltere Analysen s. in Ludwig Natürl. Wässer.

Todtes Meer. In 10000:	Boussingault 1856.	*Moldenhauer 1854.	*Booth u. Muckle 1849.	Herapath gegen 1850.	Marchand gegen 1849.	Abjohn 1839.
Brommagnium	33,06	18,38	19,22 [2])	25,12	25,07	20,1
Chlornatrium	649,64	295,75	785,54	1211,	657,8	784,
„ kalium	161,10	244,47	74,46	121,7	139,8	85,3
„ magnium	1072,88	681,21	1453,49	782,2	1054,3	737,
„ calcium	355,92	143,2	310,76	245,5	289,4	243,7
Schwefels. Kalk	4,24 [1])	4,9	7,01	6,8 [3])	8,8 [4])	7,6. [5])
Fester Gehalt	2277,	1388,	2642,	2406,	2377,	1878.
Spezif. Gewicht	1194.	1116,	1227,4	1172,05 bei 11°	1185,9 bei 19°	1153.

[1]) Ferner Chlorammon. 0,13, kein Jod, noch Mang., noch Nitrate.

[2]) Diese Analyse wird in mehreren Referaten fehlerhaft mitgetheilt.

[3]) Noch Chlorammon. 0,6, Chloreisen 0,27, Chlormang. 0,6, Chloralum. 5,59, Org. 6,17, Spuren Kiesels..

[4]) Noch Thonerde 1,8, Kiesels. 0,03, kein Jod. Das W. war von der Nordspitze. Der Abdampfrückstand soll nur 2177,3 gewesen sein.

[5]) Noch Manganchlorid 0,5. Das W. war ¼ St. vom Ufer am Ende der Regenzeit geschöpft.

§. 130. Brom, Br.

Mischungsgewicht 80. In 92 Th. Brommagnium, 100 Bromcalcium, 103 Bromnatrium, 119,1 Bromkalium sind je 80 Th. Brom.

Nachweis von Brom. Henry bedient sich, um Brom nachzuweisen, eines Apparats zur Entwickelung von trockenem Chlorgase. Bromsilber mit Cyansilber gemengt, trocken in eine Glasröhre gebracht, entwickeln nämlich, wenn man die Mischung leicht erhitzt u. reines trockenes Chlor darüber führt, Dämpfe, die bei 15° flüchtig sind u. zu schönen, weissen, seidenartigen, kubischen oder oktaëdrischen Krystallen von Bromcyan krystallisiren. Diese Krystalle geben, in etwas Aether gelöst, mit schwefeliger Säure Brom ab, wodurch der Aether gelb wird. Zum Reinigen des Chlors dient eine Flasche mit W., zum Trocknen desselben eine U-Röhre mit Chlorcalcium. Aus dieser tritt das Chlor in die zu erwärmende Glasröhre, worin das Bromsalz liegt. Die Verlängerung derselben ist mit einer Hülse umgeben, die mit einer Kältemischung gefüllt wird. Will man das Brom nicht dosiren, so genügt eine Abkühlung der Röhre mit etwas Baumwolle, die mit Aether nass gemacht wird. *Henry Traité prat. d'anal. chim. des eaux; 1858. Einfachere Methoden s. in Fresenius Anal. Chem.. Schwefelkohlenstoff, womit sich noch 0,333 Z.T. nachweisen lässt, ist empfindlicher als Aether u. Chloroform.

Combinationsweise. Man liebt es, Brom mit Magnium zu verbinden. Bequemer wäre in dieser Hinsicht Bromcalcium, worin 8/10 Brom sind. Doch ist einmal die Combination mit Magnium die gebräuchlichste.

Löslichkeit. Brom ist an sich etwas löslich; die meisten Bromsalze sind leicht löslich.

Vorkommen im Meere. Der Hauptlagerplatz für das Brom ist das Welt-Meer, worin seine Menge je nach der Oertlichkeit sehr wechselt *) u. worin von einzelnen Forschern (Vandevyvere, Usiglio, v. Bibra u. A.) solche Quantitäten gefunden worden sind, wie vielleicht nie bei M.Qu. vorkommen.

In See'n. In W. des todten Meeres traf Marchand 21,7 Z.T. Brom, ja Hermbstädt u. Gmelin sollen doppelt so viel gefunden haben, aber Booth u. Muckle erhielten nur 17 Z.T., immerhin noch bedeutend mehr als eines unserer europäischen Seewässer oder sonstigen M.W. enthält. Boussingault fand sogar 28,7 Z.T.. Cf. S. 212.

Im Mineralreiche. Die Bromsalze kommen als leicht zerfliessliche Salze selten in Erzen u. Gesteinen vor. Man hat aber doch in Zinkerzen Brom gefunden. Struve fand Spuren davon im Basalte. Vielleicht, dass man es noch in andern primitiven Mineralien antreffen wird. Im Steinsalz ist es zuweilen gefunden worden; man fand z. B. einmal 1/7000 Brom darin. Aber wegen seiner Leichtlöslichkeit ist es in der Flüssigkeit geblieben, woraus das Steinsalz herauskrystallisirte. Im Chilisalpeter fand Grüneberg Brom. In die Steinkohlen, worin Duflos u. Mène es trafen, ist es wohl durch die Pflanzen hineingekommen, die eine besondere Verwandtschaft dazu haben. Aus derselben Ursache findet es sich auch in der Pottasche (Mac-Adam). **)

---

*) Daubeny fand im britischen Kanale bei Dover 0,131, bei Marseille dagegen nur 0,018 Z.T. Brom.

**) Das Tischsalz von Salies (Béarn) enthält nur Spuren von Jod u. Brom, weisses grobkörniges Salz Brom 0,75, Jod 0,2 Z.T.,

weisses sehr grobkörniges Salz	Brom 2,25,	Jod 1,68,
grobes Pöckelsalz	Brom 0,375,	Jod 0,6,
grauweisses Salz	Brom 0,097,	Jod 0,011 (Reveil).

Auch in den gemeinen Wässern mag das Brom nicht selten in Minimalgrössen vorkommen. Vor langer Zeit schon haben Buchner u. Hausmann auf den Bromgehalt gemeiner W. hingewiesen. Marchand traf Brom im Schnee (1853) u. im Regenwasser zu Fécamp (1854), Bouchardat in den Flusswässern, Cantu in den meisten Trinkwässern des Aostathales, Niepce in den Trinkwässern Sardiniens. Ferner traf van Ankum Brom u. Jod in Brunnen zu Bellingwolde, Amsterdam, Enkhuizen, de Lemmer. Gunning fand ebenfalls in einigen niederländischen Gewässern beide Stoffe.

In edlen Wässern. Wenige Wässer enthalten mehr als 1 Z.T. Brom. Die starke Soole von Arnstadt sollte nach Hartung 9,48 Brom enthalten; eine andere Analyse hat aber nur 0,191. In der Soole von Salies (Basses Pyrénées) wurden 7,19 Brom nachgewiesen.

Früher hiess es von einem Soolwasser zu Elmen, dass es 5,89 u. von einem andern dort, dass es 1,9 Brommagnium enthalten soll. Aber die spätern Analysen der Elmener Qu. sprechen nicht mehr von einem solchen Brom-Gehalte. Ebensowenig haben sich die 4,56 Z.T. Brom des Bernhardsbrunn zu Salzungen bestätigt, die Wackenroder 1844 fand; Bernhardi traf nur 0,105 Z.T. Brom.*) Nach einer schon alten Analyse soll das Soolwasser von Drohobycz 3,62 Brom haben. In der Soole von Jaxtfeld hat man 3,54 Brom gefunden, in einer Soole zu Salins (Jura) 3,02. Die Oranienqu. zu Kreuznach soll 2,009 Brom haben (Knapp u. Liebig); aber, wenn dies der Fall ist, so ist sie sehr ausgezeichnet vor den andern dortigen Quellen, die kaum $^1/_6$—$^1/_5$ von diesem Werthe haben. Ure soll in Tenbure's Soole, die wie die Kreuznacher u. einige andere bromreiche Soolen viel Chlorcalcium enthält, 1,8 Brom in 10000 (16,2 Grane Bromnatrium in der Gallone) gefunden haben. Eine Soolthermе auf Nisgros, in der Nähe eines Vulkanes, soll ca. 1 Brom halten.

Mondorf soll 0,87 Brom in 10000 enthalten (Kerkhoff), Koutze-Basse, nach Henry 1855, 0,79, die Quellen von Sulza 0,6—0,85 (Müller), Püllnaer Bitterwasser 0,77 (Ficinus; die andern Chemiker sprechen nicht davon), Soden bei Aschaffenburg 0,148—0,58, Sandefjord 0,556 nach Strecker, das Haller Kropfwasser nach Kauer's neuer Analyse 0,508 (nach Netwald 0,586, nach Buchner 0,504), die Salzthermen von Bourbonne 0,505 (nach Mialhe) oder 0,332 (nach Chevallier), eine Soole von Drohobycz u. die von Salzdetfurth 0,44, die von Ischl 0,435 (Maria-Louisen-Qu. 0,235). Der Nauheimer Salzbrunnen hat 0,45, der Kurbrunnen 0,335 Brom (Bromeis), der kleine Sprudel 0,106; Figuier fand in 2 jetzt versiegten Qu. viel mehr. Der Adelheidsbrunner Heilbrunn hat nach Pettenkofer (1849) 0,372, nach Bauer (1841) 0,415 Brom, nach Barruel 0,352, nach Fuchs 0,312. Cheltenham hat nach Abel 0,258—0,389, Pitville 0,365 Brom, Kreuznacher Elisabethqu. 0,313 Brom (Bauer). Der Hubertusbrunnen 0,304 (Bauer 1836; Andere weniger; 0,27 Struve), Niederbronn 0,31 (Figuier; nur 0,08 Kosmann 1850), Stronchino 0,3, Iwonicz höchstens 0,293 Brom (1837), Balaruc 0,298 (Figuier), Reichenhall

*) Ich habe in den folgenden Beispielen die Bromsalze auf Brom reducirt.

0,261, Jastrzemb 0,261 (Schwarz), Luhatschowitz höchstens 0,259 (nach Ferstl 1853; nach frühern Analysen weniger), Grumbach 0,2, Dürckheim 0,194 höchstens (Herberger), Homburger Soolbrunn 0,174 (Hoffmann), Kissinger Soolsprudel 0,073 (Kastner), Pandur (0,85 [wohl 0,085] Kastner), nur 0,055 (Liebig), Rakoczy 0,065 (Liebig), 0,156 (Bauer), 0,086 (Kastner), Staraja Russa 0,13, Orb 0,13, Beringer Bad 0,106 (1828), Baassen 0,086—0,104 (Folberth 1855; 0,218--0,284: Stenner), Monte-Irone 0,092, Mergentheim 0,077 (Liebig), Truskawice 0,077, Hallein bis 0,07 (Kussin), Szczawnica 0,067, Karlsbader Sprudel 0,013—0,058 (nach Struve; die Anstalten setzen 0,007 zu), Marktbrunn 0,0134 (nach Wolf), Schmalkalden 0,057 (Bernhardy), Castrocaro 0,0528 (Tozzetti), Wittekind 0,052 (Erdmann), Salzschlirf Tempelbrunn 0,05 (Leber), Bonifazbrunn 0,04 (Fresenius), Qu. bei Halle 0,03 (Marchand), Aachen 0,028 (Liebig), Rothenfelde 0,027 (Wiggers), Wiesbaden 0,0234 (Fresenius; Andere hatten mehr gefunden), Sultzbad 0,02 (Kopp), Wildegg 0,01 (Laué), 0,019 (Bauer), 0,08 (Hepp), Marienbader Kreuzbrunnen 0,0167 höchstens (Bauer 1836), nur 0,0026 (1842), Obersalzbrunn 0,0065 (Struve), Oeynhausen 0,0056 (Bischof), Ems 0,0052 (Bauer 1837; 1824 etwas mehr), Weilbach 0,0051 (Will), Homburger Elisenbrunn 0,0045 (Bauer), Vichy 0,001 (Bauer, keine Spur Bouquet), Selters 0,0001 (Kastner).

Brom ist ausser in den genannten W. noch spurweise oder in unbestimmter Menge gefunden worden zu Bocklet, im Kannstatter u. Berger Sauerwasser (von Sigwart), zu Baden im Aargau (Löwig), ferner in den Soolen Dürrheim, Rappenau, Ludwigshall, Lüneburg, Salzgitter, Salz der Helden, Sülbeck, Salzuffeln, Kösen, in der Rodenberger Soole bei Nenndorf, in den Qu. von Teinach, in Italien zu Montecatini, Montfalcone, Abano, in England zu Middlewich, Nantwich, Shirleywich, in Frankreich zu Vic, Salins, Lons le Saulnier, Cussy, Hauterive, in Amerika zu Saratoya, Kenhawa, in den New-Yorker Salinen. Ja in allen W. mit Kochsalz, Droitwich ausgenommen, fand Daubeny Brom. Im W. von Droitwich fand übrigens ein anderer Chemiker es.

Ueber die jod- u. bromhaltigen Qu. in Ungarn u. Siebenbürgen s. Sigmund, Med. Jahrb. des östr. Staats XXVIII, 635.

Ueber den Gehalt der Mutterlaugen an Brom s. §. Mutterlaugen.

In den See'n der russischen Steppen hat man Brom gefunden (§. 126), in einem der Limane bei Odessa 0,85.

Die mit dem M.W. heraufgeförderte Menge des Broms ist zuweilen sehr bedeutend. Zu Kreuznach werden, wenn die Mischung aller Soole auch nur so viel Brom als die Elisenqu. hat, jährlich an 3000 Kilogr. Brom gefördert. Zu Bourbon l'Archambault enthält eine Therme 0,0118 »Bromür« in 10000 u. bringt, da sie 2400 K.M. W. täglich spendet, damit 2832 (angeblich 4800) Gramm Bromüre zu Tage (Hattier in Compt. rend. 1851); jährlich also 690 Kilogramm.

Das Brom ist in den edlen W. sehr oft mit Jod verbunden. Meistens beträgt das Jod viel weniger, zuweilen aber auch mehr. Ueberhaupt beweist die Gegenwart des einen dieser Stoffe nicht die des andern.

§. 131. Jod, J.

Mischungsgewicht 126,88. Es sind je 126,88 Th. Jod in 138,88 Jodmagnium, 146,88 Jodcalcium, 149,88 Jodnatrium, 154,88 Jodeisen, 165,99 Jodkalium. Es enthalten an Jod in Prozenten: Jodmagnium 91,36, Jodcalc. 86,38, Jodnatr. 84,65, Jodkal. 76,44.

Löslichkeit. Alle diese Salze sind leicht löslich. Jod für sich fordert etwa das 700Fache seines Gewichts W. zur Auflösung, in Salz-W. ist es jedoch leichter löslich.

Combination. Das Jod wird fast nie als frei, sondern gewöhnlich in Verbindung mit Erd- oder Alkali-Metall aufgeführt. Es gibt keine Gründe, warum es dem einen Metall mehr als dem andern angehören soll; aber gut wäre, wenn man das Jod, wo es nur irgend anginge, mit dem Magnium in Verbindung brächte, wie die meisten Chemiker es auch bisheran gethan haben, u. wenn immer der Gehalt an reinem Jod angemerkt würde.

Zersetzung. Kieselsäure u. Borsäure entwickeln bei höherer Temperatur Jod aus Jodkalium. Wasserfreies Eisenchlorür, mit Jodkalium gemengt, macht schon bei gewöhnlicher Temperatur Jod frei, das sich beim Erhitzen in dichten Dämpfen entwickelt.

Nachweis des Jods. Es kann nicht die Absicht sein, hier die Methoden Jod aufzusuchen, kritisch zu erörtern; jedoch glaube ich, dass es nicht ohne Nutzen sein wird, einige in balneologischen Schriften vorfindliche Angaben hier in Kürze wiederzugeben. Weitläufig handelt über die analytischen Methoden Leconte in *Annal. d'hydrol. IV u. Fermond ibid. V, 534—554. Vgl. die Werke von *Lefort u. *Henry über Analyse der M.W.. Ueber Jodbestimmung s. auch Liebig im *Chem. Centralbl. 1856, 464 u. Dupré über volummetrische Bestimmung des Jods bei Gegenwart von Chlor u. Brom *ib. 1855.

Möglichkeit kleine Mengen Jod mit Reagentien direkt nachzuweisen. Nach Buchner (1836) lässt sich 0,01, ja selbst 0,005 Jod in 10000 Th. W. direkt nachweisen durch eine geringe Bläuung des Stärkemehls. Nach Bonjean ist 0,01, ja 0,0025 Jod noch mit Amylum u. salpeteriger Salpeters. zu finden. Price erhielt mit einer ähnlichen Methode (mit Salzs. u. salpetrigs. Kali) selbst bei 0,0025 noch eine deutliche Färbung. Marchand, der chlors. Kali zusetzte, sah bei 0,02 Jod nur eine rosenrothe Färbung. Nach Fermonds Versuchen lässt sich mit Königswasser, Schwefels. mit Salpeters. oder rauchender Salpeters. noch 0,01 Jodkalium nachweisen; Chlorsäure war zwar sehr empfindlich, zerstörte aber leicht wieder die Farbe. Mit ätherfreiem Chloroform liess sich 0,01 Jod deutlich machen. Darauf beruht auch Lucas' Methode, mit welcher 0,1—0,01 Jod noch zu finden war. Mit Palladiumchlorid konnte Lassaigne 0,002 Jod durch eine bräunliche Färbung der Flüssigkeit u. nach 24—30 Stunden an einem flockigen Niederschlage erkennen; dieser Niederschlag gab erhitzt Joddämpfe (Journ. d. Pharm. 1851). Buchner j. hält übrigens die rothe Färbung des Schwefelkohlenstoffs für eine noch empfindlichere Anzeige von Jod. Ein paar Unzen Heilbronner W., welches nach seinen u. Pettenkofer's Untersuchungen in 10000 nicht ganz 0,243 (nach Andern freilich mehr) Jod enthält, ertheilen, wenn das Jod mit Untersalpetersäure frei gemacht u. dasselbe mit ein wenig Schwefelkohlenstoff geschüttelt wird, diesem eine schön purpurrothe Farbe; das Krankenheiler W. färbt unter gleichen Umständen den Schwefelkohlenstoff nur blass rosenroth u. das concentrirte Münchener W. ihn so schwach rosenroth, dass die Reaktion nur durch Vergleichung mit reinem Schwefelkohlenstoff sicher erkannt werden kann. Die Methode von Leconte (Erhitzen in einem Strome trockener Salzs., Bildung eines Ringes von Jod) s. in Annal. d'hydrol. IV, 431.

Untersalpeters., die man in Dampfform durch Erhitzen von salpetersaurem Bleioxyd erhalten kann, macht nur Jod, nicht (wie schwache Salpetersäure) das Brom, aus seinen Verbindungen frei. Grange konnte, indem er das Jod durch Untersalpetersäure frei machte u. dann die eine oder andere der obigen Reaktionen

anwandte, das Jod sogar im Seine-W. ohne vorherige Abdampfung desselben nachweisen. Beim Schwefelkohlenstoffe entscheidet die Intensität der Färbung oder die zur Entfärbung nöthige Menge Kali über die Menge des Jodes. Mittelst eines mit Stärkemehl bestrichenen Platindrathes, der in die zu untersuchende Flüssigkeit taucht u. die Anode eines galvanischen Stromes bildet, lassen sich ebenfalls die kleinsten Spuren Jod sichtbar machen.

Van Ankum hält das salpetrigsaure Kali für das geeignetste Mittel, um das Jod von seinen Verbindungen mit den Alkalimetallen frei zu machen. Bei Wässern, die salpetersaure Salze enthalten, muss man letztere so viel als möglich zu entfernen suchen, indem man die Alkohollösung der Salze abkühlt, weil sonst beim Erhitzen nachher, besonders wenn organische Substanzen in dem W. enthalten sind, salpetrigsaure Salze entstehen, die dann bei dem Zusammenbringen mit verdünnter Schwefelsäure so viel salpetrige Säure frei werden lassen, dass die Jodreaktion entweder nur vorübergehend oder gar nicht eintritt. Vielleicht sind auch die Chlormetalle Ursache, dass man Jod zuweilen nicht findet, wo es vorhanden ist. Um den Einfluss der salpeters. Salze unschädlich zu machen, setzt Vf. zu dem Rückstande des alkoholischen Auszuges einige Tropfen Kalilauge u. etwas freie Zuckerkohle u. erhitzt dann.

Um die Salzmasse trocknen zu können, zersetzt Pasqual la Cava die zerfliesslichen Salze, wenn solche vorhanden sind, u. vermischt die trockene Masse mit an der Luft zerfallenem (ganz wasserleerem!) Kalk u. etwas Quecksilberchlorid u. bildet durch Glühen in einer Röhre rothes Quecksilberjodid. So erhielt er den Beweis von der Gegenwart des Jods in Quell-W., worin mit der Stärkeprobe kein Jod entdeckt werden konnte.

Lefort fürchtet, dass eine vorhergehende Abdampfung einer grossen Menge W. Jod in Form von Jodwasserstoff oder selbst als Jodür verflüchtigen möchte, nimmt das W., wie es an der Qu. ist, z. B. 15—20 Litres, u. fällt es mit einem Ueberschuss von salpeters. Silber in mit Salpeters. angesäuerter Lösung. Der noch feuchte Niederschlag wird in einen Ballon gebracht u. ein Ueberschuss von Chlorwasser hinzugefügt. Man lässt die Mischung einige Zeit stehen u. schwenkt sie zuweilen um. Es bildet sich Chlorjod, das in Lösung bleibt, wenn das Chlorsilber abfiltrirt wird. Man setzt reines kaust. Kali in kleinem Ueberschuss zu, dampft ab u. calcinirt mit Rothglühhitze u. erhält so eine sehr kleine Salzmasse, Chlor- u. Jodkalium, woraus man Jod mit Schwefels. u. Salpeters. gleichzeitig isolirt u. an Amylum fixirt.

Bouis machte das Jod durch Destillation mit Eisenchlorid frei, wodurch die Bromüre nicht zersetzt wurden.

Henry's Methode bildet Jodcyan, was an seinen Krystallen zu erkennen ist.

Bei Schwefelwässern muss das Sulfür mit schwefels. Zink vor der Jodbestimmung entfernt werden (Henry).

§. 132. Jod in der Luft und im Regenwasser.

Dass Jod in der Atmosphäre enthalten ist, ist wenig auffallend, da es ein flüchtiger Körper ist. Mehrere Chemiker haben es hier nachgewiesen u. sogar dessen Menge bestimmt.

Chatin fand etwa 1 Th. in 5 Billionen Th., so dass ein Mensch, der 8000 Litres Luft täglich athmet, damit $^1/_{250}$ Milligramm, d. h. in 70 Jahren $^1/_{10}$ Gramm, d. i. $1^1/_2$ Gran, einnimmt. Nach van Ankum fand sich Jod in der Luft dreier Orte in den Niederlanden. Er schätzte dessen Menge auf $^1/_{600}$—$^1/_{150}$ Milligr. in 10 K.M. Luft (d. h. $^1/_4$—1 Gran in 3 Millionen rh. K.F., also höchstens 1 Gran in einer Menge Luft, die für einen Erwachsenen gemächlich 10, vielleicht gar 25 Jahre ausreicht). Nach einem andern Referate (Chem. Centralbl. 1855) fand er in 1000—6000 K.M. Luft 1 Milligramm, also $^1/_{600}$—$^1/_{100}$ Milligr. in 10 K.M. Luft.

Man sieht gern das Meer als Hauptquelle des Jod-Gehaltes der Luft u. des Regens an; aber die Meeresatmosphäre soll weniger Jod enthalten als die Luft mitten in Frankreich (wie auch die Süsswasserterrains jodreicher seien als die

Meeresformationen) u. die Atmosphäre an der Oberfläche der Erde mehr Jod haben, als in der Höhe der Wolken, u. Thau sechsmal mehr Jod als Regen in sich halten. Andere konnten es nicht in der Atmosphäre entdecken. Barral fand es nur Einmal.

Die Windesrichtung, die Jahreszeit u. die Nähe des Meeres schienen nach Ankum's Forschungen ohne Einfluss auf das Vorkommen des Jods in der Atmosphäre. Bei anhaltendem Regen u. derselben Hauptrichtung des Windes nimmt das Jod in der Luft ab.

Im Regenwasser wurde Jod zu wiederholten Malen nachgewiesen (Chatin, Marchand, Meyrac, Bouis, Martin).

Am Meeresufer war 1 Th. Jod in 30 Millionen Th. W., sonst enthielt der Regen wohl 1 Th. in 20—50 Millionen Th. W., also höchstens 0,0005 in 10000 (Chatin). Oft wurde der Jod-Gehalt des Regens von van Ankum auf $^1/_{20}$—$^1/_{60}$ Milligr. für 10000 Gr. geschätzt. In 60 Regen fehlte das Jod fast nie. Das Maximum war hier um 10mal kleiner als bei Chatin. Auch Barral (1852 u. 53) fand Jod im Regenwasser zu Paris. Nach Chatin hatte zu Pisa, Florenz, Lucca das Regenwasser weniger Jod als zu Paris. Besonders bei Gewittern war Jod im Regen. In Schnee u. Hagel fand man Jod. Marchand traf in 10000 Gr. Schnee-W. 0,0005 Jod.

Die Gegenwart des Jods in der Luft u. im Regen wurde von Andern bestritten.

Lohmeyer erhielt negative Resultate (Götting. gel. Aug. 1853, No. 9); gleichwie auch Cloëz, Martin (Marseille), Baumhauer, Kletzinsky, A. Vogel, Mène, ebenso de Luca (der es früher in der Luft gefunden haben wollte; Journ. de pharm. 1854, t. 25 et 26). Als Luca jodfreie Reagentien gebrauchte, traf er es nicht mehr in Luft, Regen oder Schnee von Paris (J. d. ph. 1856—58, Compt. rend. 1858, t. 47). Auch Mac-Adam in Edinburg traf in Luft u. Regen kein Jod an (Edinb. med. phil. Journ. 1852, April, Juni 169—171, Juli 135—333). Casaseca fand kein Jod im Regen auf Cuba. *)

Für die allgemeine Verbreitung des Jods zeugt das häufige Vorkommen desselben in den Pflanzen u. den Thieren, die mit den süssen W. (Regen) oder M.W. (Seewasser etc.) in Berührung kommen. Bei Landthieren u. Landpflanzen hatte man bis gegen d. J. 1850 noch selten Jod gefunden; Holl sollte es im Julus foetidus angetroffen haben; auch hatte man den Jodgeruch der Larven der Chrysomela populi angemerkt. Guillon wollte es in der Milch der um Libourne weidenden Kühe getroffen haben (Journ. de chim. méd. 1830, 766). Müller in Kosswein wies deutlich das Jod in der Asche von Nasturtium aquaticum nach (Lindley Veget. Kingdom, 363). Righini traf Jod in Adianthum cap. Ven. u. Asplenium trichom., die auf Felsen der Gebirge von Comasco wuchsen (1847); noch früher (1836) del Rio in einer auf Höhen wachsenden Agave u. in Pflanzen, welche auf schwimmenden Gärten von Süsswassersee'n in Mexiko wuchsen. Auch Ymestra soll es seit 1837 in mehreren Pflanzen, die weit vom Meere wuchsen, entdeckt haben. Chatin wies aber 1850 das Jod in vielen Süsswasserpflanzen nach. Er hatte in den Pflanzen eines jeden Flusses oder Baches u. eines jeden Sumpfes Jod finden können. Im Mai 1851 legte dann Bussy der französischen Akademie der Wissenschaften Proben von jodhaltigen Flüssigkeiten vor, die aus der Asche von Brunnenkresse und aus der noch jodhaltigeren Asche von Ceratophyllum gewonnen worden waren. Chatin verfolgte nun das Jod überall u. spürte es dann auch in vielen Pflanzen u. Thieren auf. Seine Mittheilungen sind zu ausführlich, um hier auch nur auszugsweise aufgenommen zu werden. Cf. Chem. Centralblatt 1850, 362, 695, 730. Es folgte darauf die Bemerkung von Personne, dass er in der Asche

---

*) Ueber den Jodgehalt der Luft s. Bussy, Marchand, Nièpce, Meyrac, Foureault in Compt. rend. de l'Acad. 31. v., 495, 33. 518, 544, 35. 505, auch 49. vol.; Bull. de l'Acad. de méd. I. XVII, 307, Chatin in Journ. de pharm. 3. s., XIX, 424 und eine eigene Abhandlung (Versailles; 57 p., Auszug aus Ann. de la Soc. météor. de France VII).

von Jungermannia pinguis eines Baches Jod gefunden habe. Personne traf es besonders auch in einer Agave, die auf Granitterrain in einer leichten Humus-Lage wuchs (Journ. de pharm. 1850, XVII, 451). Hierher gehört auch der Jod-Gehalt einer auch Brom haltenden amerikanischen Pottasche, der Jodgehalt der Meilerkohle, die hauptsächlich aus Eichenholz gebrannt wird, u. der Nachweis des Jods in mehreren Pflanzen (besonders in Sumpfpflanzen: Iris, Bitterklee, Mentha etc.) durch Mac-Adam (Chemic. Gaz. 1852, 251).

Da die von einem W. bespülten organischen Bildungen sehr oft das Jod an sich ziehen u. ansammeln, so dient der Nachweis des Jods in ihnen als Vermuthung des Vorhandenseins desselben im W. selbst. Cf. §. Organische Bildungen.

§. 133. Jod in Gesteinen, Erden, Salzen.

Jod ist kein seltener Bestandtheil der Gesteine, Metalle u. Erden. Die Gesteine haben es häufig von den darin eingeschlossenen urweltlichen Organismen (Polypen, Fucusarten etc.).

Gewisse mexikanische Silbersalze enthalten Jod (Vauquelin, El. de Beaumont, Ymestra). Auch in schlesischen Zinkerzen fand man es. Sigwart fand Jod in dem an zerstörten Organismen reichen bituminösen Schiefer der Lias-Formation, Gentele im Thonschiefer. Als Lambert vermuthete, dass der Jodgehalt eines eisenhaltigen W. aus dem nahen, versteinerte Polypen enthaltenden Kalksteine von Montdor herstamme, untersuchte er mehrere Lagen des Gesteins u. namentlich den Kalk von Couzon (calcaire à entroques). Schon der wässerige, eingeengte Auszug dieses Kalksteines bläute sich auf Zusatz von Stärkekleister u. Schwefelsäure (Journ. de Pharm. 1851). In fossilen Fucoïden des Grünsandes fand Dourvault Jod. Auch die baierischen Jodquellen verdanken ihr Jod den Fucuslagern.

Jod ist in Kohlen nicht selten (Duflos, Riegel, Bley, Bussy, Graf, Mène, Mac-Adam, Chatin), ebenso im Torf (Straub, Klobach, Riegel, Chatin). Die Braunkohlen haben wenig oder kein Jod (Chatin).

Man fand Jod in einem an Fossilien reichen Meeres-Miocän bei Montpellier.

Nach Chatins Untersuchungen sind reich an Jod: Mühlensandstein, mittlere u. obere Oolithe, u. enthalten sehr verschiedene Mengen von Jod: Granite u. vulkanische Gesteine. Nach demselben ist Jod nicht selten im Neocom- u. Kreide-Kalk der rechten Seite des Graisivaudan u. sind oft nur Spuren von Jod in den schieferigen u. talkigen Liasfelsen der nördlichen Abhänge des Graisivaudan, der Tarentaise, Maurienne, der Thäler der Doire u. der Arve u. ist wenig Jod anzutreffen im Süsswasserkalk, besonders im Pariser Grobkalk, gar keines in den Kalken u. Sacharoïd-Dolomiten vieler Gegenden.

In vielen Arten von Steinsalz ist Jod gefunden (Fuchs, Serullas, Bussy). Henry traf es im Steinsalze von Frankreich, Polen u. Deutschland. In keinem Steinsalze fand es Waltl 1839. Jod fand sich im vulkanischen Salmiak der Insel Lancerota (Meissner). (Es verflüchtigt sich mit Salmiak aus der Kohle zu Commentry als weisse Dämpfe, die sich an den Felsen ansetzen.) Im Chilisalpeter ist Jod stellenweise vorhanden; Hayes, Grüneberg, Ludwig, Lembert fanden es, *Rimbach nicht. Jodsäure JO^5, wurde in der Mutterlauge des Chilisalpeters gefunden, nämlich 44 Z.T. jodsaures Natron.

Während man schon in 1—2 Grm. Erde der Felder von Paris (besonders von den aus Mühlsandstein u. gelbem, über gypshaltigem Thonmergel gelegenem Sande bestehenden Hügeln), oder der Felder, welche in Brie, Beauce, Bourbonnais, Bourgogne, Flandern, Languedoc gelegen sind, das Jod mit Sicherheit nachweisen kann, bedarf man dazu gewöhnlich eines doppelten Gewichtes der gelben oder wenigstens thonigen Erde der Ebenen von Bresse, der Umgebungen von Bourgoin, Grenoble, Chambery, Ivree u. Turin u. sogar einer 4- oder 10fachen Menge der schwarzen leichten Erden, die über den Liasschiefern der Tarantaise, der Maurienne u. des Aostethales liegen.

Der schwarze Boden des linken Ufers des Graisivaudan-Thales ist mit Ausnahme einiger Stellen, welche mit dem Boden des rechten Ufers übereinkommen, analog der Erde der Maurienne u. der Tarentaise, während die gelben Erden des rechten Ufers ebenso jodreich wie die von Chambery u. Bresse sind, die gleich ihnen auf Diluvium gelagert sind.

Unter übrigens gleichen Verhältnissen sind die durch Eisenoxyd gelb oder roth gefärbten Erden jodreicher als die blassen oder durch Bitumen braun gefärbten, die schweren thonigen Erden jodreicher als die leichten, quarzigen u. schiefrigen. Der Grund davon scheint darin zu liegen, dass Jod u. Eisen im Allgemeinen miteinander verbunden sind u. dass die thonigen Erden das Jod des Regens mit Hülfe der Alkalien hartnäckig festhalten. (Chatin.)

Van Ankum traf Jod in Sand- u. Thonboden.

§. 134. Jod in gemeinen Wässern.

Einige ältere Beobachtungen über den Jod-Gehalt gemeiner Brunnen wurden übersehen. *) Die neuern Untersuchungen von Chatin u. Marchand lenkten aber erst die Aufmerksamkeit auf die allgemeine Verbreitung des Jods in fast allen Wässern. Sowohl Fluss- als Brunnenwässer sollen bald immer Jod enthalten.

Nach Chatin sind relativ jodreich Seine, Loire, Themse, Elbe, Oder, Newa, Charente, Cher, Indre, Oise, Yonne u. a., u. die meisten Qu. in diesen Flussgebieten, wogegen mehr oder minder vollständig die Jodüre fehlten im Rhein, in der Isère u. s. w. . Die Flüsse, welche von steilen Gebirgen im stürmischen Laufe abfallen, sind arm an Jod. Es würde uns zu weit führen, den Verf. bei seinen Prüfungen der Flüsse u. Süsswässer in Frankreich u. im Piemontesischen zu folgen. Nur im Allgemeinen wollen wir daher erwähnen, dass er an den meisten Orten Frankreichs die W. stark jodhaltig fand, wogegen das Umgekehrte für Piemont gilt. Aus den Prüfungen von etwa 400 Wässern folgert er, dass das Jod in den Alpen, sowohl in harten W. als in weichen, kärglich, in den letztern jedoch noch am meisten, vorhanden war, dass dagegen in den ebenen Ländern nur die harten W. frei von Jod waren. (Compt. rend. XXXVIII, 83—85 od. Chem. Centralbl. 1854.) Die Flüsse von

---

*) Buchner hatte ein Trinkw. in München jod- u. bromhaltig gefunden; nach Hausmann waren Jod u. Brom deutlich vorhanden im W. eines bei Atens im Oldenburgischen unweit der Weser befindlichen, etwa 40′ tiefen in den Marschboden gegrabenen Brunnens (*Arch. d. Pharm. XXII, 211). Henderson glaubte Spuren davon in jedem Quell-W. gefunden zu haben, das Chlornatrium u. Chlorcalcium enthielt (Phil. Mag. 1830, Jan. 10).

Gletschern enthalten wenig Jod, doch immerhin noch mehr als die Qu.; die Brunnen enthalten am wenigsten (Chatin).

Am meisten Jod fand Chatin in den Wässern der grünen Kreide u. eisenführenden Oolithe, dann in den vulkanischen Terrains, am wenigsten in den Sedimenten.

Chatin traf in Brunnenwässern oft $^1/_{12}$—$^1/_2$ Milligr. in 10 Litern, also 0,00008—0,0005 in 10000.

Spuren von Jod waren im Regen, in Quellen u. im Flusswasser von Guyana u. Guadeloupe (Chatin).

Freilich hat man alle diese Untersuchungen von Chatin verdächtigt u. einen Jod-Gehalt der Reagentien vermuthet. Aber seine Aussprüche sind doch von Andern theils bestätigt worden. Grange fand Jod in Brunnen- u. Seinewasser. Nach Marchand enthalten fast alle natürlichen W. Brom u. Jod. In verschiedenen Qu. u. Brunnen Nürnbergs wurde mit Untersalpetersäure unzweifelhaft Jod nachgewiesen (von ?).

In den Wässern der Niederlande ist Jod nach van Ankum sehr verbreitet. Er untersuchte einige 80 Brunnen u. fand es in den meisten. Selten war hier aber über 0,001—0,005 in 10000, oft noch viel weniger vorhanden.

In einigen Wässern betrug das Jod ca. — denn alle diese Bestimmungen sind nur ungefähre — 1 gr. in je 13000 — 6500 — 2600, ja fast 1 gr. in 1300 Pfunden. Ein Niederländer kann also in 2 bis 26 Jahren mit dem Trinkwasser, wenn er ein fleissiger Wassertrinker ist, Einen Gran Jod sich einverleiben. Freilich sind einige Wässer, die Ankum u. Gunning früher untersuchten, reicher an Jod. So fand Ankum je 1 gr. Jod in je 150 Pfunden W. zu Bellingwolde, in 336 Pf. zu Amsterdam, aber wieder erst in 1648 Pf. zu Rotterdam. Nach Gunning war je 1 gr. Jod in 521 Pf. W. eines Brunnens zu Leeuwarden, u. schon in 99 Pf. Rheinwasser zu Arnheim. Solche kleine Werthe veranschaulichen sich am besten, wenn sie, wie hier geschah, mit hunderten u. tausenden Pfunden des W. in Relation gebracht werden. Die grössten unter ihnen, 1 Gran in 150 oder 99 Pfunden, entsprechen 0,009 u. 0,0145 Jod in 10000 W.. (*van Ankum in Journ. f. prakt. Chem. LXIII, 1854.)

§. 135. Verhalten des Jods in Wässern überhaupt. Freies Jod.

Das Vorkommen des Jods in den Wässern ist nicht von dem Aufgelöstsein irgend eines andern Stoffes abhängig u. auch vom Kochsalze ist das Jod nicht im mindesten abhängig. W. mit sehr wenig Kochsalz, u. überhaupt mit einem sehr geringen festen Gehalte können es ebenso gut enthalten als Soolwässer. Das Chlor kann quantitativ vom Jod übertroffen werden, z. B. bei Coëse. *) Schwefel u. Jod, so wie Eisen u. Jod sind nicht selten vereinigt. Gonod traf Jod in mehreren Eisenwässern des Puy de Dome, auch in Absätzen von Eisenqu. (Eaux des Roches, St. Allyre, Royat, Montdore). (These 1856.) Kohlenwasserstoff u. Jod begegnen sich nicht selten in den Wässern.

In den M.W. ist selten das Jod frei zu finden, so dass sich das W. sogleich auf Stärkezusatz bläut. Man sagte früher von der etwas alkalischen Qu. von Kempten, dass das Blauwerden der Stärke ohne Zusatz von Säure stattfinde. Ein ähnliches schwach aus dem Gypse quellendes Bitterwasser hat der Canton Aargau zu Birmenstorf. Zu gewissen Zeiten riecht man auch das Jod an den Jodquellen, z. B. an der Adelheidsqu.,

---

*) Dies W. enthält Ma J 0,077, Ma Br 0,015, Na Cl 0,083 Z.T., also quantitativ mehr Jod als Chlor; dem chemischen Mischungsgewichte nach jedoch genau doppelt so viel Chlor als Jod + Brom zusammen.

die zuweilen nach Jod u. Brom riechen soll. Bei Witterungswechsel u. b sonders bei Erdbeben soll das Soolwasser von Salins in Savoyen stark na Jod riechen. *)

§. 136. Quantitative Angaben über jodhaltige Wässer. Wechs in der Menge von Jod u. Brom.

Wässer mit mehr als 1 Z.T. reinen Jods.

Ich berücksichtige hier nicht ein M.W. von St. Vittoria, mit ein fabelhaften Menge. Unweit eines Freigutes Torpa in Schweden, Elfsborg län, ist eine Salzqu. mit 103 f. G., worin Na Cl 83, ferner noch Magnesi u. Kalksalze u. 3,7 Z.T. Jod. Ein anderes karg fliessendes Salzw. von Tor mit etwa Na Cl 113 hatte Jod 0,297 nach Svangren, 0,46 nach Olber ein Anderer fand nur 0,144. Die frühere viel höhere Angabe beruhte a einer fehlerhaften Analyse. Den Boden der letztern Qu. bildet ein blaugr ner Thon ohne Pflanzenüberreste. Zaison hatte 1853 in einer Qu. 2,11 Jod, einer andern 0,069. Die Beroaqu. zu Trescore (Lombardei) hatte 1845 1, Jod. Die Jaxtfelder Soole hatte nach Fehling 1,462 Jod. Eine Soole v Gebangan (Java) mit 169 f. G. hatte 1,296 Jod (Mulder in Journ. f. pral Chem. 37, 376). Ueber Saxon mit 0—1,48 Jod s. weiter unten. Tat mannsdorf sollte nach einer ältern Analyse 2 Jod in 10000 haben. Lipp soll nach Mojsisovicz's Referat 1,47 halten; richtiger ist wohl die Anga von Wagner: 0,466 höchstens. Die starke Soole von Castrocaro dür 0,879 Jod haben. **)

Wässer mit mehr als 0,5 Z.T. reinen Jods sind noch nicht zahlrei

Stronchino mit 0,78, Stigliano mit ca. 0,62 (nach einer No von Zenitelli u. Tittoni, Rom. 1852), Volterra mit ca. 0,52 bedürfen d Bestätigung; ebenso Busk mit 0,547. Der Säuerling von Saratoja n 69 f. G. u. nur einer Spur Brom hat 0,542 Jod (3,5 Na J in 231 K.Z. W Tettuccio soll noch nicht $^1/_5$ des Gehaltes von Castrocaro halten.

Solche mit 0,1—0,5 Z.T. Jod gelten noch als starke Jodwässer.

Hall in Oesterreich mit 0,39 Jod (Kauer 1858) steht hier oben Ihm kommt Wildegg nahe, worin Bauer 0,23, Hepp 0,3, Andere 0,24 0,333 Jod fanden. Baassen hat nach Folberth (1855) 0,249 u. 0,334 J in 2 Quellen. Heilbrunn hat 0,242 (Pettenkofer), San Pellegrino 0,2 (Ferrara), Monte-Irone 0,206, Luhatschowitz bis 0,201 (Ferstl; na Planiawa's früherer Analyse viel mehr), Iwonicz (Qu. No. I) 0,187 (183 Sulzbrunn 0,136 (Liebig 1857), Viterbo's Bullicame (58⁰ warme Schwefelq 0,11 (Poggiale). Das Jod, höchstens 0,11 Jodammonium der Qu. v Cransac kommt von den Steinkohlen her. Cf. §. 102. (Teplitz sol

---

*) Von Schlammausbrüchen mit jodähnlichem Geruch s. S. 172.

**) Castrocaro, eine Soole im Toskanischen, soll nach Tozzetti (18 bei 293 festem Gehalt im Pfunde enthalten: Jodnatr. 0,7177 u. Bromnatr. 0,0 (im Liter seiner Ausrechnung nach Kochsalz 886 Grane, u. Jodnatr. 2,173 Gra Es ist hier das Pfund von 6912 Granen zu verstehen u. es macht dies für 100 0,879 reines Jod aus. (Raspi's Reduktion auf 1 österr. Medicinalpfund ist richtig.)

0,028—0,074, ja das Schwefelbad 0,152 Jodnatrium, letzteres also 0,128 Jod nach Ficinus 1855 haben, aber Wolf hat kein Jod gefunden.)

Wässer unter 0,1 Z.T. Jod:

Challes hat ca. 0,076 (Henry 1842), Sulzbad 0,069 (Kopp 1834), Tremezaignes 0,051, Salzschlirf Bonifazbrunn 0,0447 (Fresenius), Neubrunn 0,05 (Leber), Unter-Alap 0,047 (Molnar 1853), Kreuznach Elisenqu. 0,0036—0,042, Oranienqu. 0,015, Heilstein 0,027 (!?), Dürckheim höchstens 0,021, Gurgitello ca. 0,018, Bartfeld 0,018, Staraja-russa 0,016, Hubertusbrunn 0,016, Rabbi 0,013. In diese Klasse gehört auch Krankenheil mit 0,0135 Jod in der Bernhardsqu., die zu andern Zeiten auch nur 0,0088—0,0092 Jod hielt, u. mit 0,013—0,015 Jod in andern Quellen. *)

Das W. der Adelheidsqu., mit gleichen Theilen W. verdünnt, wird noch schwach rosenroth mit Amylum u. Salpetersäure. Ja die wasserarme Qu. von Birmenstorf färbt noch bei sechsfacher Verdünnung Stärkemehl tief blau.

Unter 0,01 Z.T. Jod enthalten:

Aachen (0,0043), Tatenhausen (0,0033), Tarasp (0,002), Pfäfers (0,019), Burtscheid (0,0017—0,0019), Aix in Savoyen (0,0005—0,0038).

Quantitativer Wechsel im Jod- u. Brom-Gehalte. Berzelius fand im Marienbader Kreuzbrunnen noch kein Jod, ebensowenig *Bauer im Frühjahr u. Herbste 1836, obwohl er im Herbste 1835 eine excessiv kleine Menge Na J (0,00011 Z.T.) getroffen hatte. Umgekehrt war es mit dem Bromnatrium: 1835 fand er 0,013, 1838 dagegen 0,0213 u. 0,02155 Z.T.. Nach der Analyse von 1842 hatte das W. 0,0034 Na Br.

In ähnlicher Weise verhielt es sich mit Karlsbad. *Bauer fand nur zweimal im Karlsbader W., das er mehrere Jahre fast jeden Monat untersuchte, Jod, wogegen Brom nie fehlte. *Struve fand in der von ihm bereiteten Mutterlauge von 1835 Jod u. Brom u. zwar 0,000206 Z.T. Na J u. 0,01648 Na Br, im J. 1838 aber 0,000185 Z.T. Na J u. 0,0074 Na Br. Kann man bei der Kleinheit dieser Werthe auch noch gegründete Zweifel hegen, ob die angeführten Differenzen in wirklichen Abänderungen des W. begründet sind, so ist doch bei andern Qu., namentlich bei einer kalten Qu. zu Saxon (wovon §. 138 handelt) ein sehr grosser, oft in kurzer Zeit eintretender Wandel des Gehaltes an Jod positiv bewiesen. Von der Gegenwart des Broms im Sodener W. (noch nicht 1 Z.T.) erhielt Schweinsberg 1829 unzweideutige Beweise, konnte aber in den beiden folgenden Jahren keine Spur mehr davon auffinden.

§. 137. Wässer mit Jod und ohne Jod.

Man hat in vielen M.Wässern nur Spuren von Jod nachgewiesen, die man überall vom Jod des Meteorwassers ableiten kann. Zuweilen hat man ganz unglaublich kleine Mengen quantitativ bestimmen zu können geglaubt; aber in diesen Bestimmungen solcher infinitesimalen Grössen kommen nie zwei Chemiker miteinander überein. Ich mag es jedoch der Curiosität wegen nicht übergehen, dass Kastner in der Kissinger Soolqu. 0,0000022 Z.T. Jod,

---

*) Die Krankenheiler Quellseife enthielt 19,8 Z.T., also kaum 0,2 % Jod

Struve im Emser Kesselbrunn 0,0001 Z.T. u. nur ein Drittel von dieser Menge im Karlsbader Sprudel quantitativ bestimmte. In dergleichen Fällen ist die Frage, woher das Jod solcher M.W. stamme, identisch mit der nach dem Jodgehalte des Regens u. der Bäche.

Die M.W., deren Hervortreten nur durch Erdrevolutionen vermittelt wird, stehen nach Chatin oft im Gegensatz zu den jodarmen Süsswasserqu. einer Gegend, deren tiefere Schichten sie vertreten. Piemont ist mit den W. von Challes u. San-Ginesio beglückt, die über 0,05 Z.T. Jod enthalten. In den Alpen der Dauphiné gibt es ähnliche Jodquellen. Chatin fand öfters in solchen benutzten Qu. Jod, bei denen dies bisheran nicht vermuthet wurde, nicht minder bei andern Qu., die vernachlässigt oder unbekannt waren. An zwei entgegengesetzten Punkten der Neocom-Formation der Berge des Villars-de-lans, zu Choramches u. bei Sassenage, sind zwei jodreiche Schwefelquellen. Andere an Jod eben reiche Schwefelqu. sah er im Thale der Isère an mehreren Stellen. In der Umgebung von Mens ist die analoge Schwefelqu. von Trémenis u. der bekannte Eisensäuerling von Oriol, das jodreichste Eisen-W., was er bisheran gefunden hat. Neben Eisen, welches weniger häufig als Schwefel ohne Jod vorkömmt, findet sich noch viel Jod im Eisen-W. von Clermont, u., wenn auch in geringern Mengen, in Qu. des Dep. der Isère, bei Villars-de-Lans u. in der Unter-Maurienne, unter Maltavernes. Es fehlt in andern Eisenwässern, wie St. Didier u. Cormayor. Zu Soulieux gibt es ein sehr jodreiches Schwefelwasser. Lamotte, besonders aber Allevard, dann Uriage, eine ausnahmsweise ziemlich jodreiche Salzquelle von Coëz (Coëse oder Coise, ein Natronwasser; s. S. 221 Anm.), Brides-les-Bains, Echaillon, dann Marlioz nahe bei Aix, ein kaltes jodreiches Schwefel-W., die Schwefelqu. von Aix, die an Jod dem Seine-W. nachstehen, Gréoulx mit 0,0002 Jod, Digne mit der Hälfte weniger, die Säuerlinge von Saint-Galmier, an Jod eben reich, wie gute Trink-W. mit 0,00005, das alkalische W. von Villaines-Saint-Aubin, die kochsalzhaltigen Royat u. Aiguesperse sind noch W., in denen Chatin Jod gefunden hat.

Vergleicht man die Schwefel-W. des Alpengebietes mit denen der Pyreneen, so zeigt sich, dass die der Alpen mehr Jod halten, als die pyreneïschen. Doch stehen die Qu. von Aix in dieser Hinsicht unter vielen des Pyreneen-Gebietes, während Ax, Luchon, Labassère, Eaux bonnes sich mehr denen der Alpen nähern. Die pyreneïschen sind aber kaum reicher an Jod als Seine-W., während die der Alpen 50mal, ja 150mal mehr enthalten. Schon Henry hatte übrigens den Jodgehalt der Schwefel-W. der Pyreneen hervorgehoben.

Es wäre ein Leichtes noch Hunderte von M.W. anzuführen, worin Spuren von Jod gefunden worden sind.

W. mit Jod kommen in allen Ländern vor. Fresenius traf Jod, wie gesagt, in einem W. von Java. Nach Paravay ist Jod häufig in den W. von Neu-Granada, Peru etc. (Journ. de chim. 1840, VI, 575).

Mercadien erwähnt einer starken Jodkalium-Qu. zu Jowali in Hindostan, durch deren Gebrauch die Anwohner frei von Kropf bleiben.

Bei der Häufigkeit des Jods ist es fast interessanter nachzuforschen, welche W. kein Jod enthalten, als die mit Jod aufzuzählen. Aber, auch wo

man bisheran noch kein Jod fand, wird es wohl zu Zeiten oder immerwährend vorhanden sein. Göbel fand es nicht in den Salzsee'n u. Salzflüssen Russlands, Daubeny u. Hastings weder Jod noch Brom in den Soolen von Droitwich, worin jenes dennoch später angetroffen wurde.

§. 138. Baierische Jodquellen. Quellen zu Saxon.

Gegen Benedictbenern zu erhebt sich am linken Isarufer ein nach SSW zum Bodensee sich hinziehender Gebirgszug, der zur Kreide- u. Grünsandstein-Formation gehört, hin u. wieder in den Molassensandstein übergeht u. aus einer Reihe von Kreidesandstein-, Kalk- u. Mergelablagerungen besteht. Die einzelnen geologischen Bestandtheile dieses Gebirges enthalten viel Pflanzenüberreste, Ammoniten, Nummuliten, Pecten, Ostrea u. zahlreiche Infusorien-Ueberreste. Aus dieser Formation des vordern baierischen Gebirges entspringen an 3 Punkten die Jodqu. von Kempten (Sulzbrunn), Heilbronn u. Tölz. Nur in Tölz ist ein tieferer Aufschluss der Formationen durch Stollenbau erlangt worden. Ein Stollen geht durch einen grauen Sandstein, welcher Ostrea, Madre- u. Millepora u. Fucus-Ueberreste führt, wozwischen ein fast senkrecht stehendes Flötz eines grauschwarzen, fetten, weichen Mergels, voll von halb oder ganz verkohlten Resten von Fucoïden u. Lycopodien, welcher nach warmen Regentagen an der Luft einen auffallenden Jodgeruch entwickelt. Er enthält kohlens., salz- u. schwefelsaure Salze, Eisen u. Jodnatrium. Den Sandstein- u. Fucusmergel durchsetzen gangartig Schnüre von Kalkspath mit Knollen einer braunsteinartigen Masse, welche Pecten, Terebratula u. Echiniten führt u. an Eisen u. Jod reich ist, auch viel Bitter-, Glauber- u. Kochsalz enthält. Der mittlere Stollen geht durch Fucusmergel rechts, links durch rothen an fossilen Muscheln reichen Kalkstein; jener wird von diesem durch hellgrünen Mergel mit Kreidepetrefacten u. Schwefelkies-Kryställchen getrennt. Wo dieses letzte Flötz mit dem Fucusmergel in Berührung kommt, entspringt die jodschwefelige Bernhardsqu., unter ähnlichen Verhältnissen auch eine 2. u. im Südstollen eine 3. Qu.. Aus dem rothen Sandstein kommt auch die Jodsodaqu. u. 20′ tiefer im Südstollen eine ähnliche. Aus dem grünen talkigen Mergel des Südstollens kommen Säuerlinge mit Kalk- u. Natroncarbonat, Kochsalz u. Eisen, aber ohne Jod. Sie sind 2⁰ C. kälter als die Jodquellen. Die Soolen u. Mutterlaugen der nach Osten gelegenen Salinen Reichenhall etc. enthalten fast kein Jod. Die Jodqu. verdanken das Jod also den Fucuslagern des Kreidegebirges. Das Fucusflötz fällt in seiner verlängerten Streichungslinie genau in die Orte Oberheilbrunn u. Sulzberg.

Kein Bestandtheil der M.W. scheint grössern Schwankungen unterworfen zu sein als das Jod. Solche Schwankungen sind besonders an der M.Qu. zu Saxon im Rhonethale gefunden worden.

Nach Claivaz enthielt dies W. früher 0,99 Jod; nach Morin war es zu Zeiten (z. B. Sept. u. Ende Nov. 1852) frei von Jod, während es andere Male viel (einmal 1,48, im Nov. 0,296 im Bassin, 0,4 in den Leitungsröhren) enthielt.

Zufolge mehr als 100 Versuchen, die während einiger Tage von Brauns angestellt wurden, wechselt der Jodgehalt beträchtlich; sehr oft erhält man keine Reaktion, zuweilen aber eine dunkle Färbung. Brauns hat z. B. im Okt. 1852 0,655, im Dez. 1852 0,016, im Jan. 1853 0,176—0,982 gefunden. Nach Morin (1856) kann der Jodgehalt von 5 zu 5 Minuten wechseln, aber auch Stunden lang constant bleiben.

Heidepriem u. Poselger untersuchten das zugesandte Wasser; in 18 Flaschen war es ganz klar u. hatte einen schwachen Geschmack u. Geruch nach Jod, in 5 war es gelblich gefärbt von freiem Jod. In verschiedenen Flaschen betrug das Jod zwischen 0,46 u. 1,48. Welche Umstände diese Schwankungen, woran die übrigen Substanzen weniger Theil nahmen, bewirkten, ist nicht bekannt. Rivier u. Fellenberg bemerken, dass das Jod im Januar nicht constant sich finde, sondern nur zu Zeiten anzutreffen wäre u. im Sommer, wo das W. continuirlich aufwalle, wohl beständig zu finden sei. Auch in andern Mineralstoffen des W. von Saxon sind grosse quantitative Wechsel wahrgenommen worden. Ich komme in einem spätern §. darauf zurück. Vgl. Bibl. univ. de Genève 1852, Sept., Erdmann's Journ. LVIII, 483, 1853.

Der zeitweilig grosse Gehalt dieses W. an Jod steht in Verbindung mit der Anwesenheit dieses Körpers in dem bläulichen Schiefer, welcher den Felsen des Abhanges von Saxon bildet. In dem Maasse als man in das harte Gestein eindringt, nehmen die Fragmente einen mehr oder weniger deutlichen Jodgeruch an. In Papier eingewickelte Proben bläuten das mit Stärke geleimte Papier u. liessen noch nach einem Monate einen sehr deutlichen Geruch nach Jod wahrnehmen. Brauns fand in einem solchen Felsstücke 13,96 Z.T. der weichen Substanz Jod. Wo der Felsen vom Regen ausgewaschen ist, enthält er kein Jod mehr. In einem wenig riechenden Stücke fand Rivier nur 1,64 Z.T. u. in einem andern Stücke nur eine Spur Jod, während ein anderer stark riechender Felstheil 15,6 Z.T. Jod (ausserdem etwas Chlor, Natron, Kali, Magn. u. kaum Spuren Schwefels.) hatte. Welche bedeutende Mengen Jod mögen in einem solchen Felsen, der $^{1}/_{640}$ seines Gewichtes Jod enthält, stecken! Nach Desor besteht der Felsen aus zelligem Kalk (Cargneule, Bruchwacke). Diese Wacke, welche etwa 30′ dick ist, enthält noch $^{1}/_{4}$ Stunde von der Qu. entfernt Jod. Nicht der compakte Kalk ist nach ihm jodhaltig, sondern blos die mit »Saxonite«, einer rosa oder orange gefärbten kreideartigen Substanz, gefüllten Höhlungen.

Einiges über den Jodgehalt der W. sieh' noch in den Nachträgen.

§. 139. Fluor, Fl.

Mischungsgewichte. Fluor 19, Fluorcalcium, Ca Fl, 39, Fluornatrium, Na Fl, 42.

Die Chemiker pflegen das Fluor, wenn es nicht nur spurweise vorhanden ist, als Fluorcalcium zu berechnen.

Nickles hat eine grössere Arbeit über den Nachweis des Fluors geliefert (Journ. de pharm. et de chim. 1857 u. 58), woraus ich (nach Leforts Referat) Folgendes entnehme. Will man Fluor nachweisen, so verdampft man das W., behandelt den Rückstand mit fluorfreier Salzsäure, setzt dann Ammoniak im Ueberschuss zu

bis zur etwaigen Fällung; wenn der Niederschlag so klein ist, dass er sich auf dem Filtrum verlieren könnte, so fügt man noch kohlens. Ammoniak zu, dass er mit dem Niederschlage von kohlens. Kalk gesammelt werden kann. Man bringt ihn nun in einen geräumigen Platintiegel, fügt einige Tropfen W. u. wenig Schwefels. zu u. bedeckt ihn mit einer Quarzplatte. Der Quarz ist mit Wachs überzogen, worin mit einem spitzen Körper Schriftzüge der Art gezeichnet sind, dass das Glas in diesen Zeichnungen bloss liegt. Mit der gezeichneten Seite wird der Tiegel bedeckt. Die Platte muss mit Eis oder W. kalt gehalten werden, damit sich auf ihr ein Thau von W. bilde. Von Zeit zu Zeit fügt man noch etwas Schwefels. zu. Wird der Tiegel auf 80—100° erwärmt u. die Platte kalt gehalten, so ist die Operation in ¼—½ Stunde zu Ende. Bei geringerer Hitze dauert sie länger. Schmilzt man das Wachs von der Platte ab, reinigt sie u. haucht sie an, so wird die Zeichnung, so schwach sie auch sein mag, sichtbar. So konnte Nickles sogar $^1/_{96}$stel des milliontel Theils eines Grammes nachweisen. Er macht noch darauf aufmerksam, dass der Erfolg davon abhänge, dass alle Kieselerde durch die Behandlung mit Salzsäure ausgeschlossen werde.

Henry bediente sich der Methode von Wilson, wobei man die zu prüfende Substanz, wenn sie viel Kieselerde enthält, mit Schwefelsäure destillirt, das Kieselfluorgas in W. leitet, mit Ammoniak sättigt, wodurch 2 $Si\,Fl^3$, 3 $NH^3\,Fl$ entsteht etc. („En calcinant à sec, on obtient un résidu du silice insoluble et de fluorure d'ammonium. On décante, et la liqueur, qui ne renferme plus que le fluorure de silicium, est évaporée à sec et traitée par l'acide fulfurique.")

Vorkommen. Fluor kommt im Mineralreiche sowohl mit den Metallen der Alkalien als mit Calcium, Magnesium u. s. w. verbunden vor. Als Hauptquelle der secundären Fluorüre sind wohl die fluorhaltigen Glimmer zu betrachten. In einigen Glimmerarten, namentlich aber im Lepidolith u. in Hornblende findet sich Fluor in grösserer oder kleinerer Menge. Wilson wies auch Fluor spurweise in Basalt, Grünstein, Phonolith u. Granit aus der Umgegend von Edinburg u. Aberdeen, so wie in Stein- u. Holzkohlen nach. Fluorcalcium kommt noch vor in Gneiss, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Granwacke, Grobkalk, Porphyr. Nach Rose ist in gewissen Glimmersorten neben Fluor kein Calcium zugegen. Nickles fand Fluor im Oolithen-Kalke u. im Pariser Kalkstein, wogegen er das Vorkommen desselben in Spathen u. Aragoniten u. in See- u. Süsswassermuscheln läugnet. Auch fand er es in der Ackerkrume.

Der meiste Flussspath rührt wohl von zersetzten Gesteinen her, aus denen ihn das W. aufgelöst, fortgeführt u. wieder abgesetzt hat. Das Fluor, welches in fossilen Hölzern, Knochen u. andern thierischen Theilen, ja in frischen Pflanzen *), sich findet, hat einen ähnlichen Ursprung. Der Speckstein, worin Fluor u. Aluminium sind, ist als ein Zersetzungsprodukt des Glimmers zu betrachten.

Lösung. Hinsichtlich der Löslichkeit ist besonders das Fluorcalcium zu betrachten. Nach Wilsons neuesten Versuchen hält ein mit Fluorcalcium gesättigtes W. 0,3714 Fluorcalcium in 10000 (Edinb. new Phil. Journ. vol. 49, 230—233). Seine frühern Versuche lehrten, dass heisses

*) Völker traf Fluor in Pflanzenaschen, Forchhammer in Corallen; Nickles wollte es in allen Thiersäften gefunden haben. Länger bekannt ist der Gehalt der Knochen an Fluorcalcium (2—3 % in frischen, weniger nach Nickles, bis 6 % in alten Knochen). Alles Fluor aber, was in Pflanzen u. Thieren vorkommt, war doch vorher in W. gelöst.

W. mehr als kaltes löst. Kohlensaures W. löste von feingepulvertem Flussspathe so viel, dass oxalsaures Ammoniak einen Niederschlag gab u. nach dem Abdampfen ein Rückstand blieb, aus welchem Schwefelsäure Flusssäure entwickelte. Nach Berzelius löst kohlens. W. nur unbedeutend, wenn es $NaO\ CO^2$ enthält aber mehr, wobei eine Zersetzung eintritt. Eine bedeutende Zersetzung fand Bischof, als er Flussspath mit einer Lösung von kohlens. Kali kochte oder auch nur 1 Stunde auf 75° hielt; es hatte sich eine ziemliche Menge Fluorkalium gebildet u. mit vielem kohlens. Kalk aufgelöst. Heisse W., die kohlens. Alkali enthalten, können also, wenn sie mit Flussspath in Berührung kommen, Fluorkalium-haltig werden. Wenn kieselhaltiger Flussspath durch concentrirte Lösungen von Eisenvitriol bei 37—50° zerlegt u. dabei Fluorsilicium gebildet wird (Kersten in Erdmanns J. 1841), so ist auch damit eine Möglichkeit gegeben, wie in der Natur Fluorcalcium zersetzt werden u. Fluor in Lösung kommen kann. Ferner ist eine Auflösung ammoniakalischer Salze ein schwaches Auflösungsmittel für Fluorcalcium.

Ausser Fluorkalium u. -natrium ist auch Fluoraluminium leicht löslich. Eisenfluorid löst sich ebenfalls ohne Schwierigkeit. Kalium-Aluminium-Fluorür ist weniger schwerlöslich, als Natrium- u. Lithium-Aluminiumfluorür. Von allen diesen Verbindungen würde nicht viel in Lösung bleiben, da das W. überall Gelegenheit findet, kiesels. Kalk aufzunehmen u. so Fluorcalcium zu bilden. Neben Kalkbicarbonat kann übrigens ein gelöstes Fluoralkali, scheinbar wenigstens, bestehen bleiben. Wenn Bischof nämlich zu einer Lösung von Kalkbicarbonat eine Auflösung von Fluornatrium setzte, so entstand nicht die mindeste Trübung. Kalksilikat jedoch (wozu man Basalt oder Trachyt nehmen kann) u. eine Lösung eines alkalischen Fluorürs zersetzen sich in gewöhnlicher Temperatur gegenseitig in ein alkalisches Silicat u. in Flussspath. Nicht so leicht bildet sich Magnesiumfluorür, wenn man kiesels. Magn. zu diesem Versuche nimmt. Bei jener Zersetzung wird die Flüssigkeit alkalisch, wodurch die Löslichkeit des Flussspathes vielleicht etwas befördert wird. Fluorbaryum ist noch viel unlöslicher als Fluorcalcium. Kieselfluorbaryum ist nicht vollkommen unlöslich in W.; es könnten etwa 3 Z.T. in W. gelöst sein. Fluorlithium ist schwerlöslich. Das Fluor des Fluorlithiums, welches ein W. etwa aus Glimmer ausgezogen haben sollte, würde durch kiesels. Kalk auch als Fluorcalcium niedergeschlagen werden.

Flussspath-Versteinerungen setzen, wie schon gesagt, eine vorherige Lösung einer Fluorverbindung voraus. *)

In gemeinen Wässern ist Fluor selten gesucht worden; man hat es jedoch wenigstens in den kalkigen Absätzen derartiger W. gefunden; z. B. entdeckte es Middleton in den Niederschlägen verschiedener W., namentlich in einem nur aus siedend heissem W. entstandenen Kesselstein, Marchand in den Incrustationen eines Flüsschens Grainval, Mène im W. der Rhone, Saone, Loire, u. in Trinkwässern (Journ. de chim. méd. 1860 Mai p. 303), auch Wilson in einem Brunnenwasser, Nickles in allen Gewässern, die doppeltkohlens. Kalk enthalten. Marchand glaubt, dass es in allen Wässern sei,

*) Im Kohlenkalksteine von Derbyshire sind Stielglieder von Krinoiden, theilweise in Flussspath verwandelt, vorgekommen.

weil Fluorcalcium sehr verbreitet ist. Das von Nickles in Flusswässern (Seine, Rhein) gefundene Fluor schätzt er für 10000 Gr. auf $^{1}/_{10000}$ eines Milligramms! Das W. der Somme bei Amiens ist aber viel reicher daran.

Im Meerwasser, dem die Corallen ihren Fluorgehalt verdanken, wurde es von Wilson u. von Forchhammer nachgewiesen; ja Wilson bestimmte die Menge zu 0,0077 (Forchhammer zu 0,0065?) in 10000. Nach Nickles musste man Hunderte von Litern Seewasser abdampfen, um auch nur Spuren von Fluor nachweisen zu können.

Unter den edlen M.Qu. war Karlsbad es, wo Berzelius im J. 1823 Fluor zuerst nachwies. In mehreren Arten von Sprudelstein, einem Absatze des Karlsbader W., fand er 69—99 Z.T. Fluorcalcium. Aus der salzsauren Lösung eines Sprudelsteins, die mit Ammoniak gefällt worden, setzte sich beim Abdunsten eine grössere Menge Kalifluorsilicat ab. Aus der Zusammensetzung des Sprudelsteins, verglichen mit der Mischung des Thermalwassers, bestimmte er die im W. enthaltene Menge Fluorcalcium zu 0,032 Z.T.. Doch da Fluorcalcium u. kohlens. Kalk nicht in derselben Weise aus dem W. ausscheiden, so ist diese quantitative Bestimmung hypothetisch. Uebrigens geben Steinmann u. Zempsch die in zwei andern Karlsbader Qu. enthaltene Menge noch kleiner an. Es soll sogar im Karlsbader W. fehlen können. Struve u. Rose konnten es 1835 nicht finden; Göttl fand es neulich wieder. Die neueste Analyse des Karlsbader Sprudels von Ragsky (1862) ergab 0,036 Z.T. Fluorcalcium. Die ältern Bestimmungen des Fluors im Aachener u. Burtscheider W. sind viel zu hoch gewesen. Ebenso unsicher sind die ältern Bestimmungen der Fluor-Mengen in den Säuerlingen von Selters, Fachingen (0,0035 nach Kastner), Rippoldsau etc.. Luhatschowitz hat 0,018 (Ferstl 1853; mehr nach älterer Bestimmung), das W. von Baden im Aargau 0,022 Fluorcalcium (Löwig 1835).

Fluorhaltig sind noch Celles u. Campagne (Balard), Vichy (Nickles; Bouquet hatte es kurz vorher in den Sintern nicht finden können), Contrexeville (viel Fluor nach Nickles, Compt. rend. 1857), Antogast (Nickles), Lamscheid (Bischof), Franzensbad (Cartellieri), Kissingen (Liebig), Wiesbaden (in mehreren Qu. Kastner), Harrogate (Hofmann), Baden im Aargau (im Sinter), Nenndorf (Bunsen), Aix (Bonjean, hier in den Absätzen Fluorcalc. mit phosphors. Kalk u. Thonerde verbunden), Chaudes aignes (Balard), Plombières (Nickles), Lavey (Baup), Néris (Henry, Lefort), Ems (Kastner) u. andere Quellen.

In keiner der M.Qu. des Laacher See-Gebietes (alkalische Säuerlinge) konnte *Bischof eine entschiedene Reaktion auf Flusssäure wahrnehmen, was er damit in Verbindung bringt, dass Fluor augitischem Gesteine fremd sei. Fluor fehlt in Krankenheil, Iwonicz u. andern Wässern.

§. 140. Schwefel.

Maxime mira natura est sulfuris.
Plinius.

Literatur. Filhol Eaux min. des Pyrénées, 1853, 536 p. (Hauptschrift). Fontan Recherches sur les eaux min. des Pyrén. 2. éd. 1853, 510 p.

Aequivalent (Atomgewicht) vom Schwefel, S, 16 *), vom Schwefelwasserstoff, HS, 17, vom Schwefelnatrium, NaS, 39, vom Schwefelkalium, KS, 55,11, vom Schwefelmagnium, MgS, 28, vom Schwefelcalcium, CaS, 36, vom Schwefelnatrium-Schwefelwasserstoff, $NaS\ HS$, 56. **)

Vielleicht kann kein anderer Elementarstoff in so verschiedenen Verbindungen in den Wässern vorhanden sein als der Schwefel, abgesehen davon, dass er unter gewissen Verhältnissen unverbunden ist oder doch aus den Verbindungen, worin er war, austritt. Am bemerklichsten macht er sich durch seinen Geruch, wenn er, mit Wasserstoff verbunden, die Gasform behauptet oder vom W. absorbirt ist: Schwefelwasserstoff, SH, Hydriumsulfür, Hydrothion, HS nach anderer Bezeichnung. Selten aber nehmen die Chemiker an, dass der Schwefel nur als Gas absorbirt sei; wenn er sich durch Wärme oder ein Gas, was ihn ohne Zersetzung verdrängt, nicht seiner ganzen Menge nach aus dem W. luftförmig abscheiden lässt, wird er theils oder ganz einem andern Stoffe zugewiesen. Insoweit sich nun nicht seine Verbindung mit Sauerstoff zu Schwefelsäure, schwefeliger Säure oder unterschwefeliger Säure nachweisen lässt, wird er mit Natrium, Kalium, Magnium, Calcium, Eisen, oder irgend einem andern Metalle zu einem Sulfüre verbunden gedacht. Zuweilen begnügt sich der Chemiker, den Schwefel mit Einem Stoffe in Verbindung zu bringen; bei erdigen Wässern wird dazu gewöhnlich das Calcium oder Magnium u. bei alkalischen meistens das Natrium ausersehen, was sich mehr nach dem herrschenden Gebrauche als nach Gründen richtet; in andern Fällen aber, was freilich etwas störend ist, vertheilt die Synthese den Schwefel an mehrere Metalle; z. B. hat Bunsen den Schwefel des W. von Langenbrücken ausser an H noch an Calcium u. Eisen gebunden. Zuweilen zeigt die Analyse, dass das Natrium nicht ausreicht, um allen Schwefel zu occupiren. Zu Barèges war z. B. der Totalgehalt des Schwefels zum Natron wie 45 : 75, wogegen erst 87 Th. Natron (entsprechend 64 Natrium) ausgereicht haben würden für NaS (Henry). Ein solches unzureichendes Verhältniss möchte fürs Calcium nur selten vorkommen.

---

*) Mischungsgewicht 32. Die Ausdrücke Mischungsgewichte, Atomgewichte, Aequivalente oder Aequivalentgewichte sind nicht ganz gleichbedeutend. Der Bestimmung der Atomgewichte liegt die atomistische Theorie mit der Annahme zu Grunde, dass das W., HO, aus 1 Atom Wasserstoff u. 1 At. Sauerstoff bestehe. Unter Mischungsgewicht versteht man die nach der Gasdichte des betreffenden oder eines analogen Körpers abgemessene Zahl, wobei Wasser als H_2O geschrieben wird u. demzufolge das Mischungsgewicht des O zu 16, das des S zu 32 angenommen werden muss. Unter Aequivalenten oder Aequivalentgewichten dürfen nur solche Gewichtsmengen verstanden werden, nach welchen sich die Körper gegenseitig vertreten. Sonach stimmen Mischungsgewicht, Atomgewicht, Aequivalentgewicht häufig nicht miteinander; aber sie sind leicht auseinander abzuleiten, wenn man sich nur den Werth der einzelnen Stoffe (O, S) in der gewählten Schreibweise vergegenwärtigt.

**) Schreibt man HO, also den elektropositiven Bestandtheil zuerst, so muss man auch (mit Hiller) $H\ Cl$, $H\ Br$, $Na\ Cl$, $Na\ Cl$, $Na\ Br$, HS, $Na\ S$ schreiben (was freilich nicht gebräuchlich ist), mit demselben Rechte, wie man $Na\ O\ SO^3$ für schwefelsaures Natron schreibt. Ich unterlasse es aber hier statt des Namens Schwefelwasserstoff den weniger gebräuchlichen: Hydriumsulfür durchgängig anzuwenden. Hydrothion ist die ältere Bezeichnungsweise.

Der Schwefel ist durch die Wandelbarkeit seiner chemischen Combinationen ausgezeichnet, so dass unter gewissen Verhältnissen die Verbindungen des Schwefels mit einem Metalle (Erdmetalle, Alkalimetalle) sehr leicht in eine Oxydationsform übergehen, während unter andern Verhältnissen die Oxydationsstufen in einander oder in die Form der Sulfüre übergehen. Dieses Schwanken des Schwefels zwischen den Metallen u. Wasserstoff einerseits u. zwischen dem Sauerstoff stellt einen gewissen Kreislauf dar. Aus Schwefelsäure bildet sich unter gewissen Umständen Schwefelmetall oder Schwefelwasserstoff, und umgekehrt; aus Schwefelmetall Schwefelwasserstoff, u. umgekehrt; aus Schwefelmetall unterschwefelige Säure u. s. w..

Es gibt verschiedene Schweflungsstufen der Metalle (Natrium, Kalium, Magnium, Calcium, etc.). Am bekanntesten sind im Allgemeinen die nach der Formel NaS, KS etc. zusammengesetzten: die Sulfüre, wovon oben die Mischungsgewichte angemerkt sind. Löst sich Natriumsulfür in W., was unter Erhitzung geschieht, so kann im W. die Verbindung $NaS\ HO$ angenommen werden. Eine solche Lösung gibt beim Abdampfen Krystalle von $NaS\ 5(HO)$, welche bei Luftabschluss erhitzt das W. verlieren.

In Lösungen von sehr neutralen Sulfüren, womit ein Gefäss ganz angefüllt ist, so dass die Luft keinen Zutritt hat, kann man Platten von Silber, Kupfer oder Blei lassen, ohne dass sie schwarz werden; sie nehmen nur einen sehr leichten matten Teint (teinte bistrée) an; wie aber die Luft oder Kohlensäure dazu kömmt, werden die Metalle schwarz. (*Henry.)

Demgemäss müsste man annehmen, dass die M.W., welche an ein blankes Metallblech unter dem W.-Spiegel Schwefel abtreten, entweder HS oder eine Schwefelverbindung mit überschüssigem Schwefel (Polysulfür) enthalten.

Polirtes Silber wird im Dampfe der Aachener Kaiserqu. in wenigen Minuten stark roth, orange, purpurn u. schwarz gefleckt. Der Theil des Silberblechs, welcher unter dem W.-Spiegel gehalten wurde, zeigte sich in 5 Secunden goldfarben u. bald nachher ebenso gefleckt, wie der über dem W.-Spiegel. Dasselbe geschieht bei den andern Qu. der Stadt, aber langsamer u. in geringerm Grade. Dasselbe Experiment wurde bei der Burtscheider Trinkqu. angestellt; in weniger als 2 Minuten hatte das Silber unter dem W.-Spiegel gelbe, orange, rothe, blaue u. purpurne Farben erlangt. (*Williams.) Gleiches berichtet Kortum von der untern geschwefelten Burtscheider Qu.. Er bemerkte, dass die Metallsalze im Dunste des Aachener W. ungleich stärker u. geschwinder geschwefelt wurden als im W. der Qu. selbst. Nach ihm werden Metallspiegel aber auch im W. selbst schwarz.

§. 141. Schwefelwasserstoff, *HS*.

HS ist ein Gas, welches zu $^{16}/_{17}$ aus Schwefel, zu $^{1}/_{17}$ aus Wasserstoff besteht. *) Es ist schwerer als atmosphärische Luft, nicht so schwer als Kohlensäure. Spez. Gew. 1,52 (Wasser=1000).

Ein brennendes Licht erlöscht augenblicklich in diesem Gase, obwohl es sich mit blauer Flamme unter Bildung von schwefeliger Säure verbrennen lässt. Es wird durch seinen Geruch sehr bemerklich. »Sein Geruch

*) Tünnermann hat früher in Nenndorf anderthalb (?) Schwefelwasserstoff (H^4S^3) finden wollen; neuere Analysen sprechen nur von HS.

ist unangenehm u. soll Aehnlichkeit mit dem fauler Eier haben, hat aber durchaus nicht das Widrige, Ekelhafte derselben, ja er hört bei einiger Gewöhnung sogar auf, unangenehm zu sein.« (Runge.) Von W. wird es leicht u. in Menge aufgenommen u. zwar bei 0⁰ nimmt das W. über das Vierfache seines Volumens davon an.

Die von Schönfeld (Bunsen) gefundenen Absorptions-Coëfficienten sind für . — Grade des W.:

0^0	4,3706
10^0	3,5858
20^0	2,9053
30^0	2,3290
40^0	1,8569.

Das macht für ein bei 0^0 gesättigtes W. 66,6 Z.T. Gewicht, für eine Sättigung bei 40^0 28,3 Z.T.. Ein mit Chlornatrium gesättigtes W. nimmt viel weniger an (Gaultier).

Wenn die Gase, welche sich aus dem W. dauernd entwickeln, *HS* enthalten, ist es nicht denkbar, dass das W. selbst frei von *S* sein soll; nur kann die Geringfügigkeit des *S* verhindern, ihn im W. zu finden.

Löwig sagt von den Qu. zu Baden im Aargau: „Ich habe das W. direkt aus den Qu. mit den empfindlichsten Reagentien geprüft, aber keine Spur *HS* nachweisen können. Derselbe findet sich daher nur im Gase, welches aus dem W. entweicht. Jedoch ist die Quantität, welche in demselben vorkommt, so gering, dass eine quantitative Bestimmung nicht möglich ist."

§. 142. Die Menge des Schwefelwasserstoffs

in den M.W. ist sehr verschieden. Einige in vulkanischen Gegenden gelegene W. sind vielleicht fast damit gesättigt, doch hat man keine Analyse eines so schwefelreichen W.; die meisten Schwefel-W. enthalten nur ganz geringe Mengen. Man darf hier ältern Angaben nicht trauen, da man früher sehr liberal mit dem *HS* umging u. vielen W. einige Kubikzolle davon zuerkannte, die nur ganz kleine Antheile bei neuen Analysen aufweisen konnten. Ueber die Mengen von Schwefel, welcher als *HS* oder Schwefelmetall in den Wässern vorkommt, wird in einem der folgenden §§. Rede sein.

Eine theoretisch merkwürdige u. für die Praxis nicht unwichtige Erscheinung ist die Zunahme des *HS* in den Nenndorfer Qu. nach der Tiefe hin. Nach Bunsen's Versuchen enthielten constant 10000 Vol. W. der Gewölbequ. am Boden 441,7 Vol. *HS*, in mittlerer Tiefe 415, ½ Fuss unter der Oberfläche 326,4. Dasselbe Gesetz gilt auch für die andern Qu. Nenndorfs. Es beruht dies nach Bunsen nicht sowohl auf der zersetzenden Wirkung des atmosph. Sauerstoffs, als vielmehr darauf, dass sich die im W. diffundirten Gase nur dann im statischen Gleichgewichte befinden, wenn ihre Dichtigkeit in jeder Wasserschichte dem in dieser Wasserschichte herrschenden Drucke proportional geworden. (Grandidier, Nenndorf; 1851.)

Oft hat auch die neuere Chemie den Schwefel in metallischer Verbindung angenommen, wo man ehemals *HS* annahm. Fontan supponirte, dass in den Schwefelwässern der Pyreneen eine Verbindung von *HS* mit

Schwefelnatrium sei. Die Statthaftigkeit dieser Annahme wird späterhin zur Sprache kommen.

§. 143. Bildung des Schwefelwasserstoffs aus Schwefelmetallen. Schwefelwasserstoff-Wässer und Schwefelmetall-Wässer.

HS entwickelt sich aus Schwefelmetallen, wenn sie mit verdünnten Säuren oder bei höherer Temperatur blos mit Wasserdämpfen in Berührung treten, ja bei Schwefellebern schon, wenn sie mit W. unter Zutritt von Luft gekocht werden. Eine Wärme von 44^0 genügt sogar, um aus einer freistehenden Lösung von *CaS* *HS* zu bilden. In gewöhnlicher Temperatur sind nach Henry vollkommen neutrale Sulfüre geruchlos, erst die Berührung mit der Luft macht, dass sie riechen, d. h., dass sie etwas *HS* entwickeln. Nach Frémy entwickelt das krystallinische Schwefelmagnium, wenn es aufgelöst ist, bei gewöhnlicher Temperatur nur wenig, beim Sieden aber viel *HS* (*Compt. rend. 1852).

Im Allgemeinen werden wohl mit Recht auch die *HS*-Aushauchungen in vulkanischen Gegenden einer Zersetzung von Schwefelmetallen durch heisses W. zugeschrieben. Die aus ihnen ausströmende CO^2 wirkt als schwache Säure bei dieser Entbindung von *HS* mit.

Auf das verschiedene Verhalten der W. mit *HS* u. mit Schwefelmetall machte Fresenius durch einen Vergleich des Weilbacher u. des Stachelberger W. aufmerksam. Jenes enthält fast allen nicht an *O* gebundenen Schwefel in der Form von freiem *HS*. Es riecht stark nach diesem Gase; es entbindet *HS* beim Schütteln mit CO^2 in halb gefüllter Flasche u. verliert beim Durchleiten von Wasserstoff den *HS* so gut wie vollständig. Das Stachelberger W. riecht wenig, im Winter fast nicht nach *HS*; rothes Lakmuspapier wird im Verlaufe einer Minute vollständig gebläut, Curcuma dagegen nicht verändert; Manganchlorür bewirkt einen fleischrothen, Eisenvitriol einen schwarzen Niederschlag; Nitroprussidnatrium färbt violett. Der Grund dieser u. anderer, sich beim Luftzutritte offenbarenden Verschiedenheiten tritt sogleich hervor, wenn man das Verhältniss des an Wasserstoff oder Metall gebundenen Schwefels zur freien CO^2 ins Auge fast. So wird dasselbe beim Weilbacher W. ausgedrückt durch 1 : 24, beim Stachelberger durch 1 : 2. Würde in letzteres eine CO^2-Einströmung erfolgen, so verwandelte sich das W. mit Schwefelmetall (oder das hepatische W.) in ein vorzugsweise freies *HS*-Gas enthaltendes, denn CO^2 treibt aus Schwefelnatrium oder Natriumsulfhydrat *HS* aus, wie umgekehrt *HS* aus doppeltkohlens. Natron auch CO^2 austreibt. Bei diesen geringen Affinitäten macht sich die Massenwirkung geltend; je vorwaltender daher die freie CO^2, um so kleiner wird in einem kohlensaures Natron enthaltenden W. die Menge des gebundenen Schwefels u. um so grösser die des freien *HS* sein.

Auch die Temperatur ist hierbei von nicht unbeträchtlichem Einflusse; so kann z. B. in der Kälte doppeltkohlens. Natron neben *NaS* existiren, während sich in höherer Temperatur unter Entbindung von *HS* einfachkohlens. Natron bildet. Darum kann man aber auch nicht immer aus dem

Verhalten der Schwefelverbindung in den Flaschen des Chemikers auf das wirkliche Verhalten in der Quelle schliessen.

Schwefel-W., welche kein doppeltkohlens. Alkali enthalten, also beim Kochen keine alkalische Reaktion annehmen, z. B. das W. von Sandefjord, sind nach Fresenius als einfache Lösungen von HS zu betrachten. Doch zeigen wohl viele der gewöhnlichen Schwefel-W. mit Schwefelcalcium eine solche Reaktion. Die Pyreneen-W. ohne kohlens. Alkali, jedoch mit kiesels. Alkali, müssen als Lösungen von NaS betrachtet werden.

In den Thermalwässern von Aachen ist nach Liebig Schwefelnatrium neben einer geringen Menge CO^2 (fast nur zweit-atomiger zur Bildung des Natron- u. Kalkcarbonates) gelöst; trotz ihrer hohen Temperatur u. obwohl das spontan entweichende Gas 31 Z.T. HS enthält. Nimmt man aber an, dass das spontan entweichende Gas aus dem W. selbst entbundenes ist, so wird man in der Tiefe auch wohl hier einen Gehalt des W. an HS voraussetzen dürfen.

Der Schwefel ist öfters nicht im W. oder in den das W. durchstreichenden Gasen wahrzunehmen, obwohl das W. oder das über dem W. lagernde Gas danach riecht. Es ist manchmal dann wohl die Menge des Schwefels so klein, dass er sich nicht im W. mit Reagentien nachweisen lässt, wie dies bei vielen Qu. der Fall ist, worin eine Spur HS vorhanden ist. Zuweilen bedarf es einer Einwirkung der atmosphärischen Luft, um aus den Sulfüren des W. HS zu entwickeln, z. B. bei den Qu. von Aix in Savoyen, die am Ausbruche nicht nach HS riechen, sondern erst einige Sekunden, nachdem sie der Luft ausgesetzt gewesen sind (Despine). Dass dabei aber nicht bloss die CO^2 der Luft wirksam ist, zeigt sich daran, dass die CO^2, welche gewisse W. durchstreicht, wie auch das W. selbst, weniger auf S reagirt als die über dem W. liegende Gasschichte. „Zu Marienbad", bemerkt Gräfe, „muss man das vom M.W. aufgenommene oder durch dasselbe streichende Quellgas von dem wohl unterscheiden, welches auf den W.-Spiegeln in Schichten verschiedener Höhe angetroffen wird. Jenes reagirt gemäss den von Reuss, Steinmann u. Heidler mit grosser Sorgfalt unternommenen Versuchen, mögen wir dasselbe durch Erhitzung vom W. trennen, oder dessen aufsteigende Blasen innerhalb der W.-Säulen auffangen, stets als einfache CO^2, das letztere hingegen an mehreren Qu. als ein Gemisch von CO^2 u. HS. Ein ähnliches Verhältniss fällt auch an den Euganäischen, durch schwefelsaure Salze, wie durch CO^2 ausgezeichneten Thermen auf. Deutlich bekundeten daselbst die Sinne nicht minder als chemische Reagentien in den aufschwebenden Gasschichten Beimischungen von HS, wogegen im W. selbst, wie in den unter dem W.-Spiegel aufgefangenen CO^2-haltigen Blasen kein Atom von Schwefelluft zu entdecken war. Man konnte sich hiervon durch den einfachen, von mir oft angestellten Versuch überzeugen, dass silberne oder kupferne Münzen, nahe über dem W.-Spiegel gehalten, binnen wenigen Minuten gebräunt erscheinen, während sie an Fäden in das W.-Becken versenkt, selbst da wo die Gase am stärksten aufwallten, auch nach mehreren Stunden u. Tagen ihres Metallglanzes nicht im mindesten verlustig wurden. Es unterscheiden sich hiernach die Marienbader wie die Euganäischen Qu. wesentlich von den eigentlich hepatischen, in der Tiefe des Erdschoosses bereits mit HS getränkten Strömungen, an welcher die beregten Metalle über wie unter den W.-Spiegeln eine schmutzigbraune Farbe annehmen". Vielleicht ist doch öfters in solchen Fällen, wo man den HS-Geruch an der Qu. wahrnimmt, ohne HS in den Gasen der Qu. nachweisen zu können, wie gesagt, der Gehalt an HS zu schwach, um ihn in einer relativ geringen Gasmenge darzuthun, wogegen dies selbst auf chemischem Wege gelingen mag, wenn man ein Reagens (blankes Metall, Bleiessig) der längern Einwirkung einer grossen Luftmenge, wie sie über dem Quellspiegel liegt, aussetzt. Häufig mag aber auch erst an der Erdoberfläche durch die Einwirkung organischer Substanzen, die zufällig mit dem W. in Berührung treten (Holz der Quelleinfassung u. dgl.) eine Desoxydation der Sulfate u. somit eine Bildung von Sulfür u. HS stattfinden.

§. 144. Bildung von Sulfüren aus Sulfaten.

Wässer, die irgend ein schwefels. Salz enthalten, werden nicht selten, wenn sie auf Flaschen eine Zeitlang aufbewahrt werden, schwefelhaltig, indem die Schwefelsäure desoxydirt wird. Diese Desoxydation wird oft durch eine zufällig hineingerathene organische Substanz, etwa ein Strohhälmchen oder Korkmoder, veranlasst. Bewahrt man solche W. mit Zucker versetzt längere Zeit auf, so erhalten sie einen starken Geruch nach HS. So erzeugte die organische Substanz des W. von Baden im Aargau HS aus dem darin enthaltenen schwefels. Kalk (Löwig). Häufig genügt dazu der im W. gelöste oder darin gebildete organische Stoff. Auf Flaschen zersetztes Meerwasser wird schwefelhaltig aus derselben Ursache, aus welcher das an seichten Stellen der Seeküste stagnirende W. grosse Mengen von HS bildet. *) In verschlossenen Flaschen 21 — 32 Tage aufbewahrtes Meerwasser zersetzte sich so, dass 0,35 Z.T. Gewicht HS gebildet wurden. So geschieht es auch mit vielen andern W., welche SO^3 enthalten. Daniell untersuchte 8 Flaschen W., welches verschiedenen Flüssen Afrikas entnommen war; in der Mehrzahl derselben fand sich HS u. zwar in dem aus der Lopez-Bai gekommenen etwa so viel als im Schwefel-W. von Harrogate. W. von Berka bildete aus dem Gyps HS, wovon es kein Atom enthielt; dadurch platzten mehrere Flaschen (Schweiggers Journ. VIII, 463). **)

Nach Henry's Versuchen (1834 u. 1854) setzt sich schwefels. Kalk in Berührung mit organischer Materie u. W. in Sulfür um, was nicht mehr geschieht, wenn die organische Materie im Glühen zerstört worden.

Schon Döbereiner (1829) u. Vogel (1832) machten ähnliche Versuche, die später noch mehrfach mit verschiedenen schwefels. Salzen angestellt worden sind. Daraus hat sich gezeigt, dass alle Sulfate in gleicher Weise durch Desoxydation mittelst der organischen Substanz in Schwefelmetall umgeändert werden können. Zucker, Gummi, Süssholzzucker, Buchenholz zersetzen sich mit SO^3 in dieser Weise nach Vogels Versuchen. In allen solchen Fällen bemächtigt sich der Kohlenstoff, welcher der sich zersetzenden organischen Substanz angehört, des Sauerstoffs der Säure u. der Salzbasis, um CO^2 zu bilden, u. der Schwefel bleibt mit dem Metall in Verbindung; das Schwefelmetall (CaS, MaS, NaS etc.) wird unter dem Einflusse der CO^2 u. des W. zerlegt, indem das Metall, um mit der CO^2 sich zu verbinden, sich wieder oxydirt u. der S mit H des zersetzten W. zusammentritt.

Sonderbar ist es freilich, dass manche W. nicht so leicht auf Krügen verderben, was an einer Eigenthümlichkeit des darin enthaltenen organischen Stoffes liegen muss. Karlsbader W., mit der Hecht'schen Vorrichtung verkorkt, lässt sich doch lange ohne Zersetzung aufbewahren, obschon es Sulfate u. auch organischen Stoff enthält.

---

*) Das Meerwasser bei der Küste von Lyon u. Langrune enthielt 0,0047 Gewicht HS.

**) Das Platzen wäre auffallend, wenn Verf. nicht zugleich von neugebildetem Stickstoff spräche, da sehr viel HS vom W. aufgenommen werden kann.

Eine derartige Zersetzung der im W. gelösten Sulfate geschieht nicht selten in alten verlassenen Steinkohlengruben, die theils mit W. angefüllt sind, wobei sich *HS* entwickelt.

Bei den Solfataren scheinen manchmal die organischen Substanzen die Ursache der *HS*-Exhalationen oder zunächst der Bildung von Sulfüren zu sein. Das in den vulkanischen Heerd eindringende Meerwasser oder Tagewasser enthält ja organische Substanz u. schwefels. Salze; letztere finden sich auch schon im Vulkane vor.

Viele der natürlichen unlöslichen Schwefelverbindungen sind in derselben Weise aus Sulfaten durch Beihülfe der organischen Substanz entstanden; namentlich gilt dies von dem so häufig in inniger Verbindung mit organischen Stoffen vorkommenden Schwefeleisen.

Wie Sulfüre durch Vermittlung organischer Substanzen in den Flaschen u. Krügen gebildet werden, so findet derselbe Vorgang auch zuweilen an den Ausflussstellen der M.W. offenbar statt. Solche W. kommen dann leicht in den Ruf eines natürlichen Schwefelwassers, obschon die Bildung des Sulfürs gewissermaassen eine künstliche ist. Manche gemeine W. mit schwefels. Kalk sind wegen eines, in dieser Weise erlangten, geringen Gehaltes an Sulfür den Schwefelwässern beigezählt worden. Nicht selten ist eine angefäulte Holz-Einfassung Veranlassung davon, dass die Qu. etwas nach *HS* riecht. Zu Bagnères de Bigorre wollte man einstens zwei Schwefelqu. entdeckt haben, worauf man schon grosse Hoffnungen u. Pläne baute. Eine genaue Untersuchung, die Fontan anstellte, zeigte, dass sie ihren *HS* nur einem schwarzen, grossentheils aus Holzmehl bestehenden Moraste verdankten; sie verloren sogleich nach Entfernung desselben ihren Schwefelgeruch. Man konnte da sehen, wie schnell eine solche Zersetzung vor sich gehen kann. Das salzige Quell-W. drang nur durch eine Morastschichte von 2—3 Meter u. kam etwa $1^1/_2{}^0$ kälter, aber ganz stinkend heraus. Es setzte sogar eine formlose, gelatinöse u. eine weissliche, scheinbar aus Schwefelkryställchen bestehende Masse in seinem Verlauf ab. Die W. von Enghien (?), zu Bourbonne, zu St. Marie verdanken nach Fontan ihren Ruf als Schwefelwässer nur einer solchen Zersetzung von Sulfaten durch faulende Substanzen. Es ist nichts dagegen zu erinnern, wenn Fontan derartige, durch eine Zersetzung in den obersten Erdschichten entstandene Schwefelwässer als zufällige bezeichnet; er dehnt den Begriff der Zufälligkeit aber zu weit aus.

§. 145. Ableitung des Sulfürs der natürlichen Wässer von Sulfaten.

Ohne Zweifel verdanken die natürlichen W. ihren Gehalt an Sulfür meistens nur einer Zersetzung der Sulfate. Die Möglichkeit einer solchen Zersetzungsweise zeigt das Experiment (§. 144); die Bedingungen dazu sind fast überall vorhanden. Als erste Bedingung ist die Gegenwart von SO^3 im W. oder in den Erdschichten zu bezeichnen. So viel SO^3 aber, als zur Bildung eines ziemlich starken Schwefel-W. nöthig ist, enthält fast jedes W.; selbst Flusswasser würde ein gehöriges Schwefel-W. bilden, wenn seine SO^3 zu Sulfür desoxydirt würde. Die meisten Schwefel-W. zeigen aber einen grössern Antheil von Sulfaten. Die zweite Bedingung zur Bildung von Sulfür

ist die Gegenwart organischer Stoffe. Diese trifft das W. in den Erdschichten an. Die Schwefel-W. pflegen ja in der Nähe von Kohlenflötzen, aus bituminösen Schiefern u. Stinksteinen, aus Sumpf- u. Moorgründen, kurz aus Gebilden, die mit organischen Ueberresten beladen sind, hervorzugehen. So hat man beim Anbau der Steinkohlenflötze in der Nähe von Eilsen mehrmals starke Schwefel-W. angehauen, welche den andern dortigen Qu. ähnlich sind. An mehreren Stellen der Umgebung von Paris hat man Schwefel-Qu. in bituminösen Mergeln des Gypsgebirges erbohrt. Die meisten Schwefelqu. enthalten selbst noch organische Materie in Lösung. Grade dieser organische Stoff der Schwefelqu. oder die daraus gebildeten Organismen haben nach den Versuchen von Anglada, Lemonier u. Filhol die Fähigkeit aus schwefels. Natron NaS zu bilden. Als Zeuge der Gegenwart organischer Substanzen, die bei der Entbindung des HS wirksam waren, findet sich bei vielen solchen Schwefelquellen eine grosse Beimengung von CO^2, zuweilen auch von Kohlenwasserstoff. Letzterer findet sich z. B. in Eilsen, Aachen, dann in Qu., welche in kohligen u. schwefeligen Mergeln bei Argenteuil in Frankreich erbohrt wurden, in grossartigem Maassstabe bei einem artesischen Brunnen zu Gajarine im Gouvernement Venedig (Bischof Geologie 64). Kohlensäure-Beimischung ist häufiger. Sowohl in den Gasen, welche die Qu. in der Nachbarschaft der Vulkane in der Aequatorial-Zone Amerikas begleiten, als in denen, welche aus den Vulkanen selbst aufsteigen, ist dies der Fall. Letztere enthalten sogar 140—1000mal mehr CO^2 als HS. Das Entstehen solcher Qu. im Primitivgestein, z. B. bei den Schwefelthermen der Pyreneen in Granit u. Gneiss, schliesst nicht die Möglichkeit einer Schwefelung in diesem Gestein aus; aber es ist wahrscheinlicher, dass ihre Schwefelung im Uebergangsgebirge (Thonschiefer, Grauwacke, Kalk) oder im secundären Terrain vor sich gehe, denen diese W. auch das Natron verdanken können, da viele Kalke, Schiefer u. Thone solches in sich bergen. Henry nimmt vorzüglich auf den Contakt des W. mit der Steinkohle Rücksicht, worin es organischen Stoff, Natron u. Sulfate aufnehmen kann.

Obwohl Filhol sich der schon lange von deutschen Chemikern vertheidigten Theorie der Bildung der Schwefel-W. anschliesst, will er sie doch nicht für alle Schwefel-W. geltend machen. Keinenfalls bedürfen wir aber der Hypothese von Durochet, der die Existenz eigener Lager von NaS annimmt, aus denen doch das W. grosse Mengen NaS hinaufbringen würde, was nicht der Fall ist. Wir können auch nicht mit der Erklärung übereinstimmen, die Deville von der Entstehung der Schwefel-W. der Pyreneen gegeben hat. Er setzt nämlich voraus, dass Ströme von CO^2 die Silicate zersetzen, obschon davon in den Pyreneen, abgesehen von der kleinen Menge der Carbonate, in den Thermal-W. nichts vorkommt, ferner, dass ein Strom HS in Verbindung mit W.-Dampf die gebildeten Carbonate in Sulfüre umwandle, obwohl öfters weder ein solcher überhaupt, noch im W. die aus der Zersetzung frei gewordene CO^2 nachzuweisen ist, da die Schwefelthermen der Pyreneen nur äusserst selten (wie zu Molitg) beim Kochen etwas CO^2 abgeben, da zudem diese Theorie die Gegenwart des Chlornatriums u. das Vorwalten des Natriums vor dem Kalium unbeachtet lässt. Das Letztere gilt auch von der Theorie, die Fremy vorbehaltlich einer bessern aufgestellt hat. Er supponirt das Dasein von Verbindungen des Schwefels mit Silicium (oder Bor, Aluminium, Magnesium), woraus W.-Dampf HS bilde, welcher aus den Silicaten Schwefelverbindungen wieder herstellen könnte. Ausserdem macht Filhol darauf aufmerksam, dass in diesem Falle das W. immer freie Kieselsäure oder saure kiesels. Salze enthalten müsse, was in den isländischen Thermen u. freilich auch in einigen Schwefelthermen der Pyreneen der Fall ist, während

in anderen der O der Kiesels. zu dem der Basis sich meistens nur wie 3 : 1 wie in den neutralen Salzen verhalte. Die Hypothese von Delisse, dass sich aus den metallischen Sulfüren der Steine Sulfate, aus diesen durch den organischen Stoff Sulfüre u. freier Schwefel bilde, der mit dem freien Natron der Granite zufällig grade ausreiche um damit NaS zu componiren (wobei unterschwefligsaure Salze nach Delanoüë entstehen müssten, die sich nicht vorfinden), ist jedenfalls viel umständlicher als die der blossen Desoxydation der Sulfate durch organische Stoffe. Die Theorie von Delanoüë, deren Gezwungenheit er selbst zugibt, ist mir nicht klar geworden, scheint aber am Ende auf die unmittelbare oder mittelbare Desoxydation auszugehen *).

§. 146. Arten der Schwefelwässer. Geologische Bemerkungen.

Weniger sind die Schwefelwässer danach unterschieden, ob sie HS oder ein nicht flüchtiges Sulfür enthalten (§. 143), als durch die in ihnen noch gelösten Sulfate. Sehr oft halten sie die Erdsulfate in grösserer oder geringerer Menge, seltener die Sulfate von Natron oder Kali. Viele Schwefelwässer, namentlich die in den Pyreneen so häufigen, führen so wenig gebundene SO^3, dass man diese nicht füglich der einen oder andern Basis zuweisen kann. Es hat daher etwas Missliches, Schwefelcalcium- u. Schwefelmagnium-W. mit Erdsulfaten von Schwefel-Alkali-Wässern mit Alkalisulfaten unterscheiden zu wollen. Eher kann man eine Unterscheidung der Schwefelwässer nach der grössern oder geringern Erdtiefe, worin sie entstehen, oder vielmehr nach den Formationen, denen sie angehören, einführen. Wie verschieden ist nicht der Charakter der Schwefelthermen der Pyreneen von denen des vulkanischen Bodens von Island, u. die Mischung beider von den aus gyps- oder bittersalzhaltigen oberflächlichen Schichten entspringenden. Sehr eigenthümlich gemischt sind auch die den Küsten angehörigen geschwefelten Salzquellen, die sich in ihrer Mischung einem verdorbenen, verdünnten Meerwasser nähern.

Fontan wollte die zufälligen Schwefelwässer von den nativen streng scheiden. Der Ursprung in oder an primitiven Formationen, die geringe Menge gelöster Salze, die Reinheit des aus ihnen sich entwickelnden Stickstoffes, der Gehalt an einer stickstoffhaltigen Substanz, die fast völlige Abwesenheit von Kalk- u. Magnesiasalzen, besonders von salzsauren Erden, die Verbindung des Schwefels mit Natrium, die grössere Quell-Wärme, das sind die Zeichen, woran man nach ihm die ursprünglichen Schwefelwässer erkennen kann. (*Fontan, Rech. sur les eaux minér. des Pyrénées. Par. 1838, S. 93—109.) Für unsere deutschen Schwefel-W. kann diese Charakteristik nicht maassgebend

*) Er macht darauf aufmerksam, dass in den tiefern Wässern im Gegensatz zu denen der Oberfläche O, Sulfate u. Nitrate vermindert, Carbonate vermehrt u. Monosulfüre vorhanden sind. „Cela se comprend aisément; le contact prolongé à une haute température, de la matière organique avec les nitrates, de l'oxygène et des sulfates, devait produire de l'acide carbonique et des monosulfures." Er beruft sich dann auf die Bildung von Schwefel in den Gypswässern u. führt fort: „Je me suis assuré par expérience directe, que même à froid, le sulfate potassique était converti en sulfure par le fait seul de la présence du sulfure calcique et en employant le sulfure barytique en excés, j'ai pu m'assurer qu'il ne restait pas un atome du sulfate potassique en dissolution. La désoxygénation des sulfates de soude ou de potasse a donc lieu dans la nature, directement ou indirectement." (Des sources sulfur. im Bull. de la soc. géol. de France XI, 569.)

sein, da namentlich verschiedene Kalksalze häufig Bestandtheile derselben sind. Die von Fontan jeder der beiden Klassen zuertheilten Attribute sind überhaupt nicht durchführbar, man müsste denn dem Begriffe der Zufälligkeit einen sehr weiten Spielraum geben u. z. B. Wässer wie Aachen, die seit Jahrtausenden geschwefelt sind u. dennoch eine ganz andere Mischung als die Pyreneenthermen haben, u. wie viele Schwefelthermen Italiens, die gewiss tiefen Schichten angehören, mit ihm als zufällig geschwefelt ansehen. Er weise doch einmal den Zufall nach, der die Quellen Burtscheids von mittlerer Temperatur schwefelt u. diejenigen von niederer u. höchster Temperatur fast ungeschwefelt lässt.

Alle Schwefel-Wässer der Pyreneen kommen aus Ur-Formationen, zuweilen zwischen diesen u. dem Uebergangsgebirge, zu Tage; bald aus dem Granit (Eaux chaudes, Cauterets, Ax, Mérens, Vernet), bald aus Schiefer (Feldspathschiefer: Luchon, St. Sauveur), bald aus Urkalk (Bonnes), bald aus einem mit Schiefer gemischten, über Granit gelegenen Kalk (Barèges). Wo sie aus dem Kalk kommen, sind sie wohl auch kalkreicher als sonst (Eaux bonnes u. eine Qu. von Eaux chaudes). Der in den Pyreneen vorkommende Basalt hat manches Eigenthümliche, scheint aber wie der Basalt anderer Gegenden emporgehoben worden zu sein. Das Granitgestein ist im Westen des Ossau-Thales verschwunden u. fehlt ebenfalls im Aspe-Thale u. darüber hinaus. Von diesen Punkten aus hört auch jede Thermalbildung auf. Die W. von Combo, St. Christau u. s. w. sind zwar noch etwas geschwefelt, aber nicht mehr warm.

Dem Gypsgebirge entquellen Schwefelwässer häufig; so z. B. Stradella in Oberitalien, die Thermen längs der Küste der Sinaihalbinsel, (starksalzig, nach schwefeliger Säure riechend u. Schwefel absetzend) u. Baden bei Wien in der Nähe der Gypskuppe von Heiligenkreuz. Besonders häufige Begleiter des Gypsgebirges sind die Schwefelqu. in den Karpathen. Bei Wieliczka folgen sie den Salzquellen; zu den bedeutendsten gehören die bei Swoszowice u. Truskawice, welche aus den Schwefellagern, die von Bochnia, welche aus Steinsalz entspringen, u. die von Dobromil. Die Salzqu. in der Niederung der Nida entwickeln meist freien *HS*; die ausgezeichnetsten sind die bei Pinczkow u. Czarcow, in deren Nähe gediegener Schwefel bricht. Viel reicher an solchen Qu. sind noch die Gegenden südlich von Lemberg gegen den Dniester hin. (*Alberti, Halurg. Geol. 1852, II, 76.)

§. 147. Schwefelbestimmung nach der Titrirmethode.

Die quantitative Bestimmung des gesammten, an *H* oder Metall gebundenen Schwefels, derer man sich jetzt allgemein bei den M.Wässern bedient, seitdem Dupasquier sie kennen lehrte, beruht in der Deplacirung des *S* im *HS* oder in den Schwefelmetallen durch Jod. *J* treibt nämlich den *S* aus seinen Verbindungen aus im Verhältnisse der Aequivalentgewichte; den Aequivalentgewichten nach entsprechen sich aber *J* 126,88 u. *S* 16 oder *J* 1 u. *S* 0,1261 oder *NaS* 0,3071 oder *HS* 0,134. Tröpfelt man eine Jodlösung zu einer Lösung von *HS*, so erfolgt die Zersetzung nach der Formel $HS + J = HJ + S$ (der *S* fällt nach Dupasquier als Hydrat nieder); ebenso geschieht die Zersetzung des *NaS*, indem sich *NaJ* bildet. Die Verdünnung der Schwefellösung hat auf die Richtigkeit des Erfolges keinen ausgesprochenen Einfluss.

Nach Fresenius stellt man den Versuch in folgender Weise an. Man messe oder wäge eine gewisse Menge des Schwefelwassers, verdünne nöthigenfalls, setze etwas dünnen Stärkekleister u. dann unter stetem Umrühren oder Umschwenken so lange von einer Jodlösung von bekanntem Gehalte zu, bis eben bleibende Bläuung eintritt. Man erfährt so die Beziehung zwischen dem Schwefelwasser u. der Jodlösung annähernd, aber noch nicht genau. Man bringe dann in einem zweiten Versuche fast die Menge Jodlösung in den Kolben, welche erforderlich ist, lasse das nach Gewicht oder Maass später zu bestimmende Quantum Schwefelwasser einfliessen, füge zu der jetzt farblosen Flüssigkeit Stärkekleister, dann Jodlösung bis zur Bläuung. So vermeidet man den Verlust an Schwefel durch Verdunstung u. Oxydation. Die Berechnung des Schwefels aus dem Verbrauche an Jod ergibt sich aus den angeführten Zahlen.

Wenn J den S im angegebenen Verhältnisse deplaciren soll, so muss nur 1 Aequ. S mit 1 Aequ. Na (oder dem basischen Stoffe überhaupt) verbunden sein. Besteht in dem W. ein Zweifach- (Dreifach- oder Fünffach-) Schwefelalkali, wie bei vielen Wässern mit Schwefelmetall der Fall ist, wenigstens dann, wenn sie dem Lufteinflusse etwas ausgesetzt gewesen sind, so ersetzt das mit dem Alkali-Metall sich verbindende Jod, die zwei-, drei- oder fünffache Menge Schwefel. Das Jod eignet sich also nicht zur Schwefelbestimmung bei derartigen Schwefelwässern. Gerdy vermuthet, bei einem solchen W. mit Polysulfür könne sich auch wohl Jodschwefel bilden, wodurch der vom Vorhandensein der Polysulfüre abhängige Fehler theilweise ausgeglichen würde. Wenn Gerdy aber glaubte, dass bei jedem stark geschwefelten W. sich Jodschwefel bilden könnte, so widerspricht dem der Versuch. *)

Bekanntlich zersetzt Jod auch die etwa vorhandenen unterschwefligsauren u. schwefligsauren Salze; sind solche Salze also vorhanden, so kommt man in Gefahr, S als Schwefelmetall oder HS zu berechnen, der in einer andern Verbindung vorhanden ist. Ist ein schwefligsaures Salz vorhanden, so zersetzt sich dieses nach dem Schema $J + SO^2 + NaO = JNa + SO^3$ unter Bildung von Schwefelsäure. Umständlicher ist aber die Gegenwart eines unterschwefligsauren Salzes, das sich nach dem Schema: $J + 2\ NaO + 2\ S^2O^2 = JNa + NaO,\ S^4O^5$ unter Bildung von Tetrathionsäure zersetzt. Im letztern Falle vertritt 1 Aequivalent J, das sich mit 1 Aeq. Na verbindet, gewissermaassen 4 Aequ. S; es entspricht also 1 Gewicht J 0,5044 S. Hat sich also NaS in unterschwefligs. Natron verändert, so entspricht 1 Aequ. Jod nicht mehr 1 Aequ. des vorhanden gewesenen NaS, sondern 4 Aequ. desselben, insofern aller S des NaS in S^2O^2 verwandelt war. **) Die Meinung von Dupasquier Sulfit u. Hyposulfite kämen in frischen Schwefelwässern nicht vor, kann keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen. Vermuthet man ein unterschwefligsaures Salz, so muss man durch Wiederholung der Titrirung bestimmen, wie viel Jod, resp. Schwefel, diesem angehört, nachdem man den S des Sulfürs entfernt hat. Das Sulfür kann man nämlich nach Leconte mit neutralem schwefels. Zink als Schwefelzink ausfällen; wobei aber Gerdy bemerkt, das Schwefelzink beim Filtriren sich sehr leicht, selbst bei Luftabwehr zersetze u. unterschweflige Säure bilde u. so das Resultat trübe, weshalb er auch die Versuche von Filhol über die Oxydation des S im W. von Luchon für ungenau hält. Er räth zur Fällung mit neutralem schwefels. Kobalt. Man kann auch mit Mangansalzen den S fällen.

Die Gegenwart arsenigsaurer Salze würde das Resultat stören, da auch Arsenigsäure das Jod umwandelt. Nach den Angaben französischer Chemiker würden aber nicht blos arsenigsaure Salze („Arseniate u. besonders die Arsenike"), sondern auch Phosphate, Borate, Silicate u. alkalische Salze Jod annehmen u. darum den Werth des Schwefels zu hoch erscheinen lassen, u. müssten vor der Titrirung

---

*) Mohr meint, dass das nachherige Verschwinden des Jodamylums wahrscheinlich von einer Wirkung des ausgeschiedenen Schwefels auf das freie Jod abhänge.

**) Es entsprechen hier also 10 Th. S 20 Th. J. Gerdy will in zahlreichen Versuchen gefunden haben, dass 10 Th. S als unterschwefligs. Salz von 19—33 J deplacirt wurden. Nach Mohr's Angabe ist die Umsetzung des unterschwefligs. Natrons in neutraler Lösung eine bestimmte.

durch Chlorbaryum ausser Wirksamkeit gesetzt werden; was nicht, wie Leconte wollte, durch Ansäuerung geschehen dürfe, weil dadurch eine Zersetzung der Sulfüre eintrete. Dupasquier will sich durch zahlreiche Versuche überzeugt haben, dass die gewöhnlichen Salze der M.W. ohne Einfluss sind. Nach Dupasquier absorbiren doppeltkohlens. Alkalien kein Jod, nur sei die Färbung etwas weniger ausgesprochen. Nach einem von Mohr angegebenen Versuche scheint jedoch die Gegenwart von Natronbicarbonat nicht ganz ohne Einfluss auf das Resultat zu sein. Dupasquier räth, wenn die Flüssigkeit freies Alkali enthalte, sie sogleich vor dem Versuche anzusäueren, was natürlicher Weise bei Anwendung einer Flüssigkeit mit Jodkalium nicht zulässig sein würde.

Nach Gerdy würde Salzwasser (von 140 Z.T. *NaCl*) bei 26—39° 1,6—2,1 Grade Jod absorbiren. Das Burtscheider Kochsalzwasser (mit etwa 28 Z.T. *NaCl*) absorbirt aber nicht merklich mehr als gemeines Wasser. Wenn natürliche W. salpetrigsaure Verbindungen enthalten, so würde Jod den Schwefelgehalt zu niedrig erscheinen lassen, wenn man das Titriren in angesäuertem W. vornähme, während nach Fresenius kein Einfluss stattfindet, wenn man mit einem, freie CO^2, HS u. doppeltkohlens. Natron enthaltenden W. arbeitet.

Nach Reveil nehmen auch die durch Filtration nicht zu entfernenden organischen Substanzen der M.W. Jod auf. Dupasquier meint, die organische Materie der M.W. habe eine viel geringere Verwandtschaft zum Jode als das Amylum u. sei auch nur in ganz kleinen Mengen vorhanden.

Gemeines W. absorbirt nach Gerdy etwas Jod (0,035—0,06 Z.T.; nach einem Versuche von mir 0,0325 Jod = 0,0041 Schwefel) wahrscheinlich wegen der Erdsalze (?) u. der organischen Stoffe; ja destillirtes W. absorbirt Jod; letzteres wird freilich von Reveil nicht zugestanden. Der Werth des vom destillirten W. absorbirten Jods lässt sich jedenfalls in Abzug bringen. Fresenius schreibt vor, man müsse untersuchen, wie viel Jodlösung erforderlich sei, um einem, dem angewandten Schwefelwasserstoffwasser gleichen Quantum mit Stärkekleister versetzten schwefelwasserstofffreien Wassers von gleicher Temperatur u. möglichst ähnlicher Beschaffenheit dieselbe Bläuung zu ertheilen, welche man bei dem Versuche habe gelten lassen u. dieses Quantum von dem abziehen, welches bei dem Versuche verbraucht worden. Dupasquier zieht nichts ab, weil er das zur Bläuung des Stärkemehls verbrauchte Jod an die Stelle des beim Eintröpfeln sich verflüchtigenden Jodes berechnen zu können glaubt, obschon er letzteres schon für compensirt hält durch den während des Versuches stattfindenden Verlust an Schwefel.

Es sind zudem noch manche Vorsichtsmaassregeln beim Titriren des Schwefels nöthig. Das Jod muss chemisch rein u. trocken sein. Dupasquier nimmt geschmolzenes Jod, das er einer Temperatur von 50—60° ausgesetzt hatte, um auch allenfalls vorhandenes Brom zu verflüchtigen. Fresenius sublimirt das Jod nochmal im Kleinen. Dupasquier nahm Alkohol zur Auflösung des Jodes, auch wohl 36grädigen Spiritus des Handels, insofern er geruchlos u. nicht übelschmeckend war. Jedenfalls muss er frei von Aldehyd sein. Die Tinctur wird bei 15° dargestellt. Weil sie sich bei jedem Grade höher oder tiefer als 15° um 0,0011 ihres Umfanges erweitert oder zusammenzieht, was für 10 Grade $^1/_{100}$ etwa ausmacht, muss dafür eine Correction angebracht werden, wenn man bei einer andern Temperatur als 15° operirt. Die Jodtinctur bildet aber nach u. nach Jodwasserstoff; doch geschieht dies nach den Versuchen von Dupasquier sehr langsam, so dass eine 1 Monat alte Tinctur noch nicht merklich zersetzt war. Besser ist es aber, sie jedesmal frisch zu bereiten; Dupasquier hält dazu eine Anzahl abgewogener Mengen Jod in kleinen Flacons vorräthig. (Fontan führt versiegelte Röhrchen mit je 1 Gramm Jod mit.) Eine wässerige Jodlösung mittels chemisch reinen Jodkaliums ist übrigens vorzuziehen, weil sie der Verflüchtigung u. Alteration weniger ausgesetzt ist u. auch weniger durch die Wärme ausgedehnt wird als Alkohol.

Was die Stärke der Lösung betrifft, so nahm Dupasquier 2 Gr. Jod auf 1 Deciliter, wobei jedes Zehntel eines Grades seines Sulfhydrometers einem Milligramm Jod oder 0,0001274 (richtiger 0,0001261) Schwefel entspricht; jeder Grad seines Sulfhydrometers fasst nämlich nur $^1/_2$ C.C. Wasser. Fontan änderte dieses Verhältniss nur insofern, als er 1 Gr. Jod auf das Deciliter nahm, wobei jedes

Zehntel eines C.C. 1 Milligr. Jod enthielt. Filhol machte eine Lösung von 10 Gr. Jod, 12½ Gr. ganz neutralen Jodkaliums u. W. genug um 1 Liter voll zu machen.

Es kommt nach Gerdy sehr viel darauf an, wie dick die Amylum-Lösung ist u. ob man viel davon auf Einmal oder nach u. nach zugiesst. Giesst man viel von einer dicken Lösung ein, so verbraucht man vielleicht nur 2½—3 Jod statt 5 oder 6; die Bläuung hat schneller ihr Maximum erreicht, vergeht aber bald, während die mit schwacher Amylum-Lösung erst nach Stunden auf ihre höchste Tinte kommt. Derartige Fehler dürften aber nur dann vorkommen, wenn die Dicke der Amylum-Lösung die gehörige Vertheilung des frei gewordenen Jodes verhindert. *) Dupasquier nimmt ½ Kaffeelöffel Stärke für ¼ Liter W. u. lässt 7 Minuten kochen. Er bemerkt, dass besonders im Sommer eine solche Lösung leicht verdirbt u. öfters schon in einem Tage unbrauchbar wird. Setzt man aber $^1/_{10}$ Alkohol zu, so kann man sie mehrere Tage aufbewahren, nur hat man das durch den Alkohol bewirkte Präcipitat vor dem Gebrauche aufzurütteln.

Die Grösse u. Form der Gefässe, die Methode des Auffangens des W., wobei ein Umgiessen zu vermeiden ist u. die Zeitdauer der Operation müssen wegen der grössern oder geringern Leichtigkeit des Luftzutrittes bei vergleichenden Versuchen möglichst gleich sein.

Man würde ein beträchtlich fehlerhaftes Zuviel erhalten, wenn man das M.W. nicht vorher (etwa auf 15°) durch Uebergiessen der Flasche mit kaltem W. abkühlte; diese Abkühlung muss möglichst rasch geschehen u. in einer ganz angefüllten Flasche, die mit CO^2 vor der Füllung mit W. gefüllt worden, um unter der Abkühlung keinen Verlust zu erleiden. Nach Dupasquier soll eine Temperatur von 50—60° noch kein Hinderniss für die Richtigkeit des Ergebnisses sein, wenn man nur mit dem Zufügen des Jodes aufhöre, sobald die geringste blaue Färbung eingetreten sei; je mehr man sich aber 20° nähere, wobei die Farbe des Jodamylums verschwinde, desto mehr setze man sich Fehlern aus. Er räth die zu prüfende gefüllte Flasche in ein mit demselben W. gefülltes Glas umgekehrt zu stellen u. eine Abkühlung bis 25, 30 oder 40° abzuwarten. Wenn man mit einem warmen W. den Versuch anstelle, solle die Spitze der Titrirröhre unter W. sein, damit sich kein Jod verflüchtigen könne. Nach Gerdy absorbirt aber ein 23° warmes W. schon 0,8 Grade Jod, ein 34° warmes 1,9, ein 39° warmes 2,2, während es bei 12° nur 0,35—0,6 absorbirte. Ueber den Einfluss der Temperatur s. Fresenius in Ann. d. Chem. 102. B., 186. Die Empfindlichkeit der Jodamylum-Reaktion nimmt in dem Maasse zu, als die Temperatur abnimmt.

Vgl. *Dupasquier Mém. sur... l'emploi du sulfhydromètre etc. Paris, Salleron; s. a., 40 p.; *Filhol Eaux d. Pyrén.; *Annal. d'hydrol. méd. 1855.

§. 148. Menge des Schwefels in den Schwefelwässern.

Schwefelwasserstoff findet sich schon im Regenwasser zuweilen, besonders in der Nähe des Meeres, ja nach E. Marchand sehr häufig, wo nicht immer spurweise (Compt. rend. XXXIV, 56). Er wurde auch von Peltier im W. eines Hagels sogar mit Blei direkt nachgewiesen. Doch sind es gewöhnlich sehr kleine Mengen. Im aufbewahrten Regenwasser wird bekanntlich aber nicht selten aus der darin enthaltenen geringen Menge SO^3 durch Hülfe organischer Stoffe HS gebildet. So wird auch das in die Erde eingedrungene Regenwasser oft etwas schwefelhaltig werden können. Viele Quellwässer enthalten

*) Die Empfindlichkeit der Jodamylum-Reaktion nimmt übrigens bis zu einem gewissen Grade mit der Menge des verwendeten Stärkekleisters zu. Zum Beweise dieser Behauptung mag folgender Versuch dienen. 20 C.C. einer Jodlösung, welche 0,03 Z.T. Jod in W. enthielt, blieben bei 15° mit 1—3 Tropfen eines dünnen Stärkekleisters versetzt, farblos; beim vierten Tropfen trat die erste Spur von Blaufärbung ein; bei 8 Tropfen war sie stärker; bei 16 Tropfen noch stärker; aber erst bei 2—3 C.C. erreichte sie ihr Maximum. (Fresenius.)

eine ganz kleine Menge Schwefel; doch meistens nicht so viel, dass er mit Reagentien nachweisbar wäre. Unter den Reagentien auf Schwefel in Verbindung mit einem Metall oder mit *H* sind vor allen die Bleisalze zu nennen. Nach Buchner ist noch 0,01, ja selbst noch 0,002 Z.T. Schwefel mit Bleisalzen zu erkennen. Doch ist auch unter dieser Menge eine quantitative Schwefelbestimmung durch Fällung des Schwefels möglich. Die heisseste, Kochsalz u. Alkali haltende Qu. Burtscheids gibt mit Bleiessig ein ganz weisses Präcipitat, also anscheinend frei von Schwefelblei; dennoch enthält sie nach der, mit einer grossen Wassermenge vorgenommenen Analyse von R. Wildenstein 0,00029 Schwefel.

W. mit so kleinen Mengen von Schwefel gelten im Gewöhnlichen noch nicht als Schwefelwässer. Das Kaiserbad von Ofen mit 0,0023 Z.T. Schwefel (Pohl 1860) wird aber bereits als merklich geschwefelt angesehen. Hat ein Wasser schon 0,01 Schwefel, so wird ihm der Name eines Schwefelwassers nicht bestritten werden.

Um die Verschiedenheiten zu veranschaulichen, welche von da an unter den Schwefelquellen vorkommen, will ich eine Anzahl von solchen nennen, mit Angabe des nach Analysen der neuern Zeit darin enthaltenen Schwefels (als Z.T. Gewicht), sei dieser nun in flüchtiger oder fixer Form vorhanden. Die meisten der hier zunächst folgenden W. sind kalt u. fast alle enthalten schwefels. Magnesia oder schwefels. Kalk, also kein Natroncarbonat.

Gurnigel 0,015 (aber noch 0,039 als Unterschwefels.), die Thermen von Teplitz-Trenchin 0,021—0,045 (Hauer 1859), Reutlingen 0,045, die Therme von Lavey 0,053, Baldohn 0,056, Gumpoldskirchen 0,058, Nammen ca. 0,1 (Witting), Uriage ca. 0,15, laue Quellen zu Abano 0,078—0,154, Poizou 0,178 (1856), Hohenstein ca. 0,26 (Reichel), Langenbrückens Quellen 0,064—0,285, Nenndorf Trink-Qu. 0,326 (Bunsen), la Golaise 0,372 (Henry 1838), Busk ca. 0,4 (Heinrich), Caldaniccia u. St. Antoine de Guagno 0,286—0,43, Enghien höchstens 0,435, Mingolsheim 0,57 (Bolley 1837), die Thermen von Acqui 0,229—0,635, Schinznach 0,475 (Aug. 1857) —0,845 (Jan. 1858 nach Bolley), Harrogate bis 0,896 S (NaS in einem W. mit schwefels. Kalk nach Hoffmann 1853; ausserdem noch HS?), Seebruch 0,91 (Dumenil 1852), Deutsch-Altenburg 1,64.

Um aus Italien noch ein Beispiel anzuführen, erwähne ich den Solfatara-See von Tivoli, dessen Schwefelgeruch sich in der ganzen Umgebung, zuweilen selbst bis nach Rom, verbreitet. Sein an CO^2 reiches W. enthält nur 0,132 S (zu etwa $^2/_3$ an Ca, zu $^1/_3$ an H gebunden).

Auch die stärkste Therme der Pyrenäen erreicht lange nicht die Menge von Schwefel, welche nicht alkalische W., wie Schinznach u. Harrogate aufweisen können. In der nachfolgenden Aufstellung ist jedesmal der höchste der gefundenen Werthe der stärksten Qn. der Berechnung auf den Schwefelgehalt zu Grunde gelegt worden. Die kalten Qu. von Gazost mit 0,173 u. von Cadéac mit 0,317 gehören nicht in diese Reihe.

Unter 0,1 Z.T. Schwefel:

Cambo (lau)	0,012 (Font.),
Merens	0,014 (Filh.),

Vinça (lau)	0,035	(Font.),
Eaux chaudes	0,048	(Font.; 0,043 Filh.),
Lès	0,049	(Font.),
La Preste	0,054	»
Escaldas	0,076	»
Amélie	0,095	(Bouis; 0,09 Font.),
Molitg	0,095	(Font.),
Bonnes	0,096	»
St. Sauveur	0,097	» .

Ueber 0,1 Z.T. Schwefel:

Olette	0,124	(Bouis),
Cauterets	0,135	(Buron; 0,117 Filh.), 0,099 (Reveil 1858) *),
Ax	0,151	(Font.; 0,124 Filh.),
Barèges	0,176	(Filh.; 0,166 Font.),
Vernet	0,177	(Bouis; 0,116 Font.),
Labassère	0,203	(Filhol),
Bagnères de Luchon	0,235	(Fontan; Qu. Bayen), 0,29—0,329 (Filh.; Qu. Bayen).**)

In der Pyreneenkette zeigt sich nach Fontan das merkwürdige Verhältniss, dass die Menge des NaS zunimmt, je mehr man sich ihrem Centrum u. den höchsten Bergspitzen nähert. Bagnères de Luchon, dessen W. am meisten Schwefel haben, liegt dem höchsten Gebirgsgipfel Maladetta (3476 M.) gegenüber. Oestlich bis La Preste, westlich nach St. Sauveur hin nimmt der Schwefel ab, erhebt sich aber wieder nach der östlichen Seite zu Vernet, dem Canigou gegenüber u. nach Westen zu Cauterets dem Vignemale gegenüber, um dann wieder nach beiden Seiten zum Meere hin aufs Neue abzunehmen. Die Anomalie zu Lès, wo ohnedem gegen die gewöhnliche Ordnung (?) die kältere Qu. die schwefelreichste ist, hat ihren Grund in Zufluss kalten Wassers. (*Fontan 97—99.) Vgl. jedoch die vorstehende Tabelle.

Unter die alkalischen Schwefel-W. gehören: Sernäus (mit einer Spur HS u. wenig freier CO^2), Burtscheid (Trinkbrunnen 0,0074), Aachen (Rosenqu. 0,03, Kaiserqu. 0,039 nach Liebig, ca. 0,046 nach Fontan; ich fand einmal noch mehr) und Weilbach (0,068 nach Will, 0,071 nach Fresenius; mit Wasserstoff verbunden). Bleiessigpapier blieb nach *Fontan im Weilbacher W. 1—2 Minuten unverändert u. war erst nach $^1/_2$ Stunde bräunlich, während es in den pyreneïschen Thermen schon in 8—10 Secunden sich bräunte. Eine kalte Qu. zu Schimbrig (Luzern), deren CO^2 nicht zureicht, um mit Natron etc. Bicarbonate zu bilden, hat 0,16 Schwefel, theils mit Na, theils mit H verbunden. Die kalte schwach alkalische Qu. von Challes bei Aix in Savoyen zeigt am Schwefelmesser 180^0 pro Liter d. i. 2,29 Z.T. Schwefel nach Calloud, oder nach Henry's Analyse 1,22 Schwefel; sonderbar ist es, dass dieses W. keine durch Zersetzung des organischen Stoffes entstandene CO^2 enthält, ausser einer kleinen Menge von Bicarbonaten.

In den Analysen der alkalischen Qu. Java's von Waitz u. Maier trifft man einige mit Spuren HS, eine mit 0,016, eine andere stoffarme Therme mit 0,5 S, unter den alkalischen Thermen noch eine sehr stoffarme

*) Bei dieser Titrirung wurde die Wirkung des Alkalis u. der Unterschwefligsäure auf das Jod berücksichtigt.

**) Wenige Quellen haben zu Luchon unter 0,12 S.

mit 1,159 *S*, nämlich einen Sprudel am Gehänge des Vulkanes Karang (Resid. Bantam). Eine Salztherme Sissipan (Resid. Buitenzorg) hatte 0,525 *S*. Man sollte auf dieser an Vulkanen so reichen Insel viel stärkere Schwefelquellen erwarten.

Der Kaukasus hat viele Schwefelthermen; darunter Piätigorsk mit 0,105 Z.T. Schwefel (Fritsche 1854), Laugenberg mit 0,134 *S*, Staro-Jurtuff bei Grosnaja, 85—90° warm, mit 0,02—0,191 *S* (Sinin 1852), die Terekquellen mit höchstens 0,208 (1829), Kumagorsk mit 0,56 (Fritsche 1842).

Das W. des isländischen Geysers enthielt nur 0,036 Schwefel; das der Reykir-Qu. 0,091; die Qu. von Laugarnes bei Reykiavik 0,019.

Wir wollen die amerikanischen Schwefelqu. nicht ganz übergehen. Eine an Sulfaten reiche Qu. zu Charlotteville in Canada enthielt 1,67 *S*; Blue Sulphur Springs 0,064—0,085 *S* in Gasform.

In den Schwefelthermen der Pyreneen besteht kein beständiges Verhältniss zwischen Wärmegrad, Alkalescenz u. Schwefelreichthum (Filhol). Zu Luchon sind sogar die weniger heissen Qu. schwefelreicher als die heissern, jedoch mit der Ausnahme, dass hier die heisseste von 68° den grössten Schwefel-Gehalt erreicht.

Zu Aachen ist die wärmste Qu. (45°) die schwefelreichste; zu Burtscheid, wo die Temperatur der Thermen bis zu 74° geht, sind nicht blos die lauen Qu. sondern auch die heissesten nicht merklich geschwefelt, u. es scheint hier die Gegenwart einer sinnlich wahrnehmbaren Menge von Schwefel an eine mittlere Wärme gebunden zu sein.

§. 149. Wechsel der Schwefelmenge der Wässer.

Der Schwefelgehalt der M.Qu. ist gewiss sehr oft einem Wechsel unterworfen. Die Ursachen dieser Unbeständigkeit mögen verschiedene sein. Oefters ist der Sauerstoff-Gehalt der W. ungleich gewesen (§. 150) u. war darum die Oxydation des Schwefelmetalls mehr oder weniger gross. Diese Ungleichheit in der Menge des *O* gibt auch vielleicht Aufschluss über die grüne Farbe, welche das W. gewisser Qu. zuweilen am Ursprunge schon hat u. über die Leichtigkeit, womit es an gewissen Tagen weiss wird (Cf. §. 157). Am meisten Einfluss scheint die Höhe des atmosphärischen Druckes zu haben. Bei hohem Drucke bleibt mehr *HS*-Gas im W. zurück als bei niedrigem. Auch hält ein höherer Druck den unterirdischen Zufluss fremden, nicht geschwefelten, Sauerstoff haltenden Wassers zum Schwefelwasser mehr zurück als ein niedriger.

Filhol hat die Frage, ob der Schwefel-Gehalt der Thermen zu Bagnères de Luchon einem Wechsel unterworfen sei, durch eine lange Reihe von vielleicht mehr als 1500 Titrirungen an 11 Qu. zu erforschen gesucht. Obschon ich nun die Bestimmungen des Schwefels mit Jod für etwas unsicher halte, so glaube ich doch, dass dessenungeachtet das Hauptergebniss dieser Untersuchung ein ziemlich sicheres ist. Nach F. ist der Schwefel-Gehalt jeder Qu. nicht constant; die Oscillationen im Gehalte sind grösser für einige als für andere. Der Schwefel-Gehalt scheint zu wachsen, wenn das Barometer regelmässig während mehrerer Tage steigt u. zu fallen, wenn dieses fällt; die Qu. scheinen in den kalten Jahreszeiten reicher an Schwefel zu sein als in den warmen; der Schwefel-Reichthum gewisser Qu. ändert bedeutend

zur Zeit starken Schneeschmelzens u. wenn das gemeine W. besonders hoch steht. Die Häufigkeit des kalten W. u. das Steigen desselben in den unterirdischen Gängen, welche man gehauen hat um die W. an ihrem Ursprunge aus dem Felsen zu fassen, hat dreierlei Einwirkung auf verschiedene M.Qu. gezeigt: 1. Bedeutende Vermehrung des Volumens, Sinken der Temperatur u. des Schwefels; 2. Bedeutende Vermehrung des Vol., sehr geringes Sinken der Temp., sehr starkes Fallen im Schwefel-Gehalt; 3. Bedeutende Volumensvermehrung ohne merkbaren Verlust an Temp. u. Schwefel. Im 1. Falle ist kaltes W. zugetreten, im 2. vielleicht warmes, aber nicht mineralisirtes, im 3. scheint das kalte W. warmes, sonst verloren gehendes M.W. hinaufzutreiben. Merkwürdig ist in allen Fällen, dass ein enormes Abfallen des Schwefels nur von einem geringen Wärmeverlust begleitet war u. dass oft eine sehr geringe Temperatur-Erhöhung den Schwefel bedeutend steigerte. Nicht blos der Schwefel-Gehalt wechselt, sondern auch das Chlor; ebenso wechseln die Gase.

François setzte mit Filhol die Beobachtungen drei Jahre lang fort u. zwar zu bestimmten Zeiten des Tages u. selbst der Nacht. Als Ergebniss derselben theilt er folgende Schlüsse mit.

1. Bei den regelmässigen Barometer-Schwankungen wechselt der Schwefelgehalt nach dem Druck der Luft. Der Wechsel im Schwefel-Gehalt folgt auf den des Barometers.

2. N, NO u. O-Winde erhöhen den Schwefel; SO, S, SW erniedrigen ihn. Die meistens mit dem tiefsten Stande des täglichen Barometerstandes verbundenen Stürme u. Sturmwetter überhaupt setzen den Schwefel herunter. Sturmwetter macht zuweilen, dass das W. (Luchon, Allevard) weiss wird.

3. Heiterer Himmel hebt, bedeckter Himmel u. Nebel erniedrigt den Schwefel. Diese Veränderung des Schwefelgehaltes tritt schon nach 1—$^{5}/_{4}$ Stunde ein u. geht schnell auf ihr Maximum, welches für gewisse Qu. (Bayen, Reine) bis 12 à 15 Prozent des höchsten Gehaltes ausmachen kann.

4. Die wärmsten Qu. u. die bei Luftveränderung bei gleichen Temperatur-Verhältnissen am leichtesten veränderlichen erfahren diese Schwankungen am schnellsten u. am deutlichsten.

Nach Angabe der Verf. sollten die Füllungen der Flaschen also nicht unter den bezeichneten ungünstigen Witterungs-Verhältnissen vorgenommen werden.

Aehnliche Beobachtungen wurden zu Allevard, Cauterets, Eaux-bonnes gemacht.

Die Verf. des Dict. des Eaux deuten an, dass derartige chemische Veränderungen mit den von Saigey bemerkten Bewegungen der atmosphärischen Luft in den Erdschichten in Zusammenhang stehen könnten (Rev. scientif. et industr. V, 178—182).

Nach *Du Menil ist das Schwefelhäutchen bei einigen Qu. von Eilsen stärker bei trockenem Wetter.

Ueber die Veränderungen des W. von Enghien im Schwefel-Gehalte unter dem Einflusse der Jahreszeiten, der Schnelligkeit des Ausflusses u. anderer Verhältnisse hat Bouland einige Versuche angestellt, aus denen erhellt, dass in diesen Veränderungen eine Unregelmässigkeit besteht, dieselben im Ganzen betrachtet jedoch weder sehr beträchtlich noch constant sind. Uebereinstimmend mit Henry fand er nach den Herbstregen zuweilen mehr Schwefel als während des Sommers. Bei der Qu. Cotte stieg der Schwefel von 1841—44 langsam aber constant, von da ab trat eine Abnahme desselben ein. Die Qu. Deyeux verhielt sich grade umgekehrt. Aus vielen, 8 Jahre fortgesetzten Beobachtungen ergab sich ferner, dass die Zunahme der W.-Menge bald mit Verminderung, bald mit Vermehrung des Schwefelgehaltes verbunden ist.

Der Schwefelgeschmack der Thermen von Aix in Savoyen ist nach Despine stark bei Gewittern, u. (was damit nicht recht stimmt) weniger stark bei grosser Wärme u. niederm Barometerstande. Es walten bei diesen Thermen eigenthümliche hydrostatische Verhältnisse ob. Sie sind zu Zeiten ganz frei von Schwefel (Bonjean).

§. 150. Sauerstoff u. Stickstoff in Schwefelwässern.

Ehe wir die Zersetzungen der Schwefel-W. besprechen, wollen wir noch den Gehalt derselben an Gasen u. festen Stoffen erörtern.

Verminderung des Sauerstoffs in den Schwefelwässern. Das Gas, welches sich aus den Schwefelwässern der Pyreneen durch Kochen entwickelt, ist Stickstoff, zuweilen vielleicht mit einem Minimum HS vermischt. Sauerstoff ist aber nur in sehr kleiner Menge vorhanden. Wo ist nun der O geblieben, der mit dem noch ungeschmälerten Stickstoff im Meteorwasser war, woraus vermuthlich das Thermal-W. gebildet wurde? Fontan glaubt, dass das NaS ihn durch Oxydation verzehrt habe, wogegen Filhol den organischen Stoff des W. für den Sauerstoffverzehrer hält, der nicht zufrieden mit dem O der aufgelösten Luft auch noch die Sulfate angreife u. ihren O verzehre. Man kann sagen, sowohl der organische Stoff als NaS verbrauche O. Filhol findet es mit der Theorie von Fontan oder vielmehr schon von Robiquet nicht übereinstimmend, dass W., welche Stickstoff in Masse ausströmen lassen, kaum Spuren von Sulfaten oder Hyposulfiten enthalten. Dieser Einwurf ist aber eben nur für die W. mit äusserst wenig Schwefelsäure oder niedrigen Oxydationsstufen des Schwefels gültig, denn der O vieler oberirdischen W., von denen man ja die Thermalwässer ableiten will, beträgt nicht leicht mehr als 0,3 Z.T. im Gewichte, wovon sich nur wenig Schwefelsäure bilden kann. Vgl. S. 46.

Dumenil wollte im Schwefel-W. von Eilsen freien Sauerstoff nachgewiesen haben. Buchholz, Kielmeyer, Wurzer hatten schon vor ihm Aehnliches von andern Schwefelwässern beobachtet; Anglada an den Pyreneen-W. ebenfalls. Fontan glaubte zu bemerken, dass das spontan sich entwickelnde Gas der pyrenëischen Thermen sich durch eingebrachten Phosphor zuweilen um $^1/_{20}$ — $^1/_{30}$ verminderte. Das W. selbst enthielt auch ohne Zweifel O, der sich jedoch nicht durch Kochen entfernen liess, weil er sich dann mit dem Schwefel verband. Wurde dieser aber vorher gefällt, dann war die entwickelte Gasmenge um $^1/_4$ — $^1/_5$ grösser u. Phosphor erzeugte darin weisse Dämpfe von phosphoriger Säure. *Recherch. 1838, 28. Nach *Filhol schwankte bei den Schwefelwässern zu Luchon der Gehalt an O; in der Qu. Bayen, bei nicht an der Luft gewesenem W., in 6 Proben von 12,5 — 31,5 Z.T. des Volumens, in andern Qu. hielt er sich zwischen 32 -- 48 Z.T. Vol. . Er ist also gar nicht so unbedeutend vertreten. Das Prozentenverhältniss des O zur Gesammtmenge der Luft wechselte von 8,2 — 15 %, bei den an Schwefel schwächern Qu. zwischen 16 u. 28 %. Zur Zeit des Schneeschmelzens enthielt das W. der Qu. fast soviel O, wie gewöhnliches Wasser. Filhol glaubt, nachdem der ursprüngliche O des W. vom organischen Stoffe verzehrt worden, sei erst kurz vor dem Hervorströmen neue Luft mit O aufgenommen worden, welcher noch keine Zeit gefunden habe, das NaS zu zerstören. Liebig betrachtete den kleinen Antheil an O in der Kaiserqu. zu Aachen, den Bunsen gefunden, als nicht dem W. zugehörig, sondern als eingeschlichen. Baden bei Wien, einzelne Qu. von Harrogate geben noch fernere Beispiele des gleichzeitigen Vorkommens von Sulfüren u. etwas Sauerstoff. Bei derartigen kleinen Antheilen dürfte zu berücksichtigen sein, dass Minima oft nicht so wirken, wie Maxima, die wegen ihrer Massenhaftigkeit schneller u.

durchgreifender thätig sind (Massenwirkung) u. dass so auch der O in sehr grosser Verdünnung das Schwefelmetall vielleicht nicht zersetze.

Auch in den spontanen Gasen der W. von Abano, St. Amand u. andern hat man kleine Antheile von O gefunden.

Bekanntlich sind manche Schwefelqu. scheinbar reich an Stickstoff, oder sind vielmehr nur relativ reich hinsichtlich ihrer Temperatur, so dass sie N in ihren spontanen Gasen abgeben (Pyreneen-Thermen, Aachen, Abano, St. Amand, Baden im Aargau); bei den kalten Schwefelqu. scheint ein solches Ausströmen von N selten vorzukommen. Vgl. §. 30.

§. 151. Kohlensäure in Schwefelwässern.

Die absorbirte CO^2 ist in manchen Schwefelwässern sehr schwach vertreten (Pyreneen-Thermen, Aix in Savoyen, Allevard, Lavey, Marlioz, Aachen) *), jedoch wird sie zu kleinen Antheilen in vielen Schwefelwässern in Absorption angetroffen (Weilbach, Nenndorf, Boll, Langenbrücken, Wipfeld, Baden etc.). Besonders häufig soll die CO^2 in toskanischen Schwefelwässern auftreten, wogegen die Pyreneen-W. keine mitbringen. *Fontan hat die Gegenwart von Carbonaten in den Schwefelthermen der Pyreneen in Frage gestellt. Es tritt, wenn man sie mit Kalkwasser vermischt, erst nach einigen Stunden eine schwache flockige Trübung ein, die von kiesels. Kalk abhängen soll. Dies wird auch allgemein jetzt angenommen; man hatte früher freilich Carbonate gefunden; sie rührten aber von einer Umwandlung kieselsaurer Niederschläge an der Luft her. Henry hat auch bemerkt, dass ein W. mit nur Spuren von kohlens. Natron, aber mit kiesels. Natron, beim Verdampfen an der Luft Kiesels. absetzt u. am Ende der Operation kohlens. Natron enthält. Dieser Prozess findet beim W. von Luchon statt, wenn es an der Luft weiss wird u. Kieselerde fallen lässt (Filhol). Die meisten Schwefelthermen der Pyreneen enthalten sicher gar kein kohlens. Natron, oder, wie die der östlichen Pyreneen, nur Spuren davon; Filhol u. Henry (p. 453) fanden nur Spuren CO^2 im Baryt-Niederschlage.

Die ursprüngliche Gegenwart oder der Zutritt von CO^2 hat auf die Combination des S zu HS Einfluss.

Schwefelcalcium wird durch Kohlens. zersetzt, wobei HS entweicht; anfangs schlägt sich kohlens. Kalk nieder, der im Ueberschusse des Gases wieder gelöst wird. In der Wärme bildet sich dabei unterschwefligs. Salz. Schwefelnatrium wird durch Kohlens. in ähnlicher Weise zersetzt (*Buchner jun). In einem W., worin kohlens. Natron gelöst oder kohlens. Kalk suspendirt ist, bildet sich dagegen, wenn HS durchströmt, NaS oder CaS u. ein Theil des Carbonates wird zu Bicarbonat, obwohl ein anderes Mal die Gegenwart des Bicarbonates Veranlassung wird zur Entbindung des HS aus der Schwefelleber. Ein warmes W. mit doppeltkohlens. Magnesia wird, wenn HS in Menge durchströmt, kohlens. Magn. fallen lassen (?) u. ein unterschwefligs. Salz enthalten. (Derselbe.)

*) Es sind zuweilen freilich auch Säuerlinge schwefelhaltig; z. B. die Sprudelqu. von Soden mit ca. 0,02 Z.T. S.

Auf die Zersetzung der Schwefel-Alkalien u. -Erden durch einen Strom Kohlens. gründete Henry ein Verfahren, die Natur u. die Menge der Sulfüre zu bestimmen (p. 444).

§. 152. Feste Stoffe der Schwefelwässer.

Einige Schwefelwässer sind mehr oder minder reich an Chlor (Aachen, Burtscheid); besonders manche in der Nähe des Meeres gelegene, deren W. als ein abgeändertes Seewasser angesehen werden kann (Sandefjord).

Bei den Pyreneen-W. finden bemerkenswerthe Differenzen statt; so enthält z. B. das W. von Bonnes 25mal mehr Chlor als die Qu. von Bagnères de Bigorre. Immer besteht hier aber zwischen Schwefel u. Chlor das sonderbare Verhältniss, dass die am meisten geschwefelten Qu. jeder Lokalität auch die reichsten an Chlor u. Kiesels. sind. Selbst der Zu- oder Abnahme des Schwefels in einer Qu. entsprach die Zu- u. Abnahme des Chlors. (Filhol.)

Sonderbarer Weise, vielleicht ganz zufällig, steht in der Cäsarqu. zu Cauterets der Schwefel zum Chlor im Verhältniss wie 1 : 2 (0,062 : 0,123 nach Filhol), in der Eierqu. A aber wie 1 : 5 (0,0294 : 0,15 nach Reveil), in Labassère genau wie 1 : 3 (0,119 : 0,357 nach Filhol). Die hier angeführten Zahlen sind Quotiente der auf 10000 sich beziehenden Zahlen durch $^1/_{10}$ der Aequivalentzahlen von Chlor u. *S*: von mir Aequivalent-Quotiente genannt. In andern Schwefelquellen der Pyreneen ist dieses Verhältniss in den verschiedenen Qu. sehr verschieden, z. B. zu Barèges u. la Vernet.

Schwefelwässer mit einem ausgesprochenen Gehalte von kohlens. Natron (Aachen, Burtscheid) sind sehr selten in Europa; viel zahlreicher die mit schwefels. Kalk, wie die meisten Schwefelwässer Italiens. Vgl. S. 144.

Viele Wässer mit Sulfaten erfahren keine Umwandlung derselben in Sulfüre; selbst warme Quellen mit schwefels. Kalk oder andern Sulfaten sind oft schwefelfrei, z. B. Bath, Leuk, Warmbrunn, oder enthalten nur Spuren von *HS*, wie Baden im Aargau. Bei anderen Thermalwässern, z. B. Aachen, Teplitz-Trenchin, geschieht diese Umwandlung wohl. Es kommt nicht bei dieser Zersetzung auf den Reichthum an SO^3 an, denn manche an Sulfaten reiche W. riechen gar nicht nach Schwefel, während andere mit sehr wenig Sulfaten, z. B. Konopkowka, Landeck, Reutlingen, geschwefelt sind. Auch geben uns die Analysen keinen Grund dieser Schwefelbildung an die Hand. Selbst an organischem Stoff sind die Schwefelquellen nicht immer reich, wenn dies auch zuweilen, z. B. bei Reutlingen, eintrifft, so ist bei andern Qu., die Schwefel enthalten, doch der organische Stoff gar nicht aufgeführt. Ist er schon zersetzt?

Der Antheil der Schwefelsäure, welcher sich zu Schwefelmetall oder *HS* umbildet, ist sehr verschieden. In der Römerqu. von Baden bei Wien kommen auf 1,55 Aequivalentwerthe unverändert gebliebener SO^3 nur 0,058 Schwefel (Keller); im Geyser auf 0,225 SO^3 genau 0,0225 *S* (Damour), in Schinznach auf 2,16 SO^3 genau 0,54 *HS*, also grade $^1/_4$ davon (Bolley), in Weilbach auf 0,0446 SO^3 genau 0,0444, also ebenviel *HS* (Fresenius). In mehreren Qu. von Luchon übertrifft der Schwefel noch die SO^3 (z. B. bei Azemar 1,33 : 1).

Einige Schwefel-W., z. B. Barèges, Cauterets, Labassère, St. Sauveur, sind fast oder ganz frei von SO^3.

Thonerde. Filhol leitet die völlige Abwesenheit oder das Vorkommen von Thonerde in verschiedenen M.W. der Pyreneen vom Ursprunge derselben in verschiedenen Gesteinen her; die Thonerde schreibt er dem Granite zu.

Eisen in Schwefelwässern. Nicht wenige Schwefelwässer enthalten etwas Eisen. Es erklärt sich dies wohl daher, dass *HS* in neutralen Eisenoxydul-Lösungen im Allgemeinen keinen Niederschlag macht, wenn die Säure des Salzes nicht zu den ganz schwachen gehört. Ist Eisenoxyd vorhanden, so scheidet Schwefel aus. Ist die Flüssigkeit aber, welche Eisenoxydul oder Oxyd enthält, alkalisch, so scheidet Schwefeleisen ab. Nach Henry's Versuchen löst Schwefelcalcium etwas von reinem schwefels. Eisenoxydul (oder vielmehr Schwefeleisen) auf. Darum betrachtet er im W. von Golaise 0,2 Schwefeleisen als gelöst in 0,785 schwefelwasserstoffsaurem Kalk. Gewöhnlich ist in solchen W. weniger Eisen als nöthig wäre, um Schwefeleisen zu bilden, z. B. zu Aachen (wo in der Kaiserqu. 0,0955 kohlens. Eisenoxydul neben 0,095 Schwefelnatrium sind, während in der Quirinusqu. jenes über das Doppelte von diesem beträgt), Langenbrücken, Weilbach. Man hat sich hier jedoch mit den Analysen vorzusehen, die öfters zu viel Eisen angeben.

La Charbonniere (bei Lyon) hat weniger Eisen in der heissen Jahreszeit, weniger *HS* bei Regenwetter. Aehnlich verhalten sich die Bitumen-Qu. von Gabian.

Die grüne Farbe suspendirten Schwefeleisens bewirkt wohl zum Theil die gleiche Färbung mehrerer Schwefelwässer, wenn sie sich in Zersetzung befinden. In andern Fällen mag sie von schwefligs. Eisenoxydul oder von Polysulfüren abhängen.

§. 153. Schwefelmetall-Schwefelwasserstoff.

Schwefelnatrium-Schwefelwasserstoff, *NaS HS*, wurde von Fontan als ein Bestandtheil gewisser Schwefelwässer angenommen. Es ist diese Combination bestritten worden nicht blos als eine unnöthige, sondern auch als eine unstatthafte wegen des Verhältnisses des Schwefels zum Natrium, wie es wirklich angetroffen wird. Filhol führt dagegen an, dass das W. von Luchon beim Kochen nur höchst wenig *HS* entwickele, dass schwefels. Zink allen Schwefel niederfälle, u. dass, wenn mit essigs. Zink, schwefels. oder kohlens. Blei der Schwefel gefällt sei, sich im W. keine Essigs., Kohlens. oder Schwefelsäure frei vorfinde. Boullay u. Henry stellten Berechnungen an, wie sich das vorhandene Natrium zum Schwefel verhalte, wobei sie aber nur das Natrium berücksichtigten, welches nicht mit Säuren, einschliesslich der Kiesels. u. Kohlens. verbunden gedacht werden konnte. So willkürlich diese Methode auch ist, die einen fast beliebigen Theil des Natriums veranschlägt, will ich doch anführen, dass sie in den W. von Barèges u. Barzun zwar überschüssigen Schwefel für die Formel *NaS*, aber zu wenig für die Formel *NaS HS* fanden. *) Die Verf. glaubten daher, dass jene W.

*) Die Zahlen dieser Versuche sind fehlerhaft referirt; auch beziehen sich O. Henry père et fils in ihrem Traité d'anal. des eaux min. nicht mehr darauf.

an ihrem Ursprunge ein einfaches Sulfür aufnähmen, welches in Berührung mit unterirdischen Luftströmen (?) HS entwickelte.

§. 154. Zersetzungen der Schwefelverbindungen durch Sauerstoff.

Der Sauerstoff scheint die Schwefelverbindungen zunächst mehr durch seine Verwandtschaft zum Metalle u. zum Wasserstoff als durch die Oxydation des Schwefels zu zerstören. Entzündet man HS an freier Luft, so bildet sich freilich HO u. SO^2; befindet sich das Gas aber beim Verbrennen in einem Cylinder, worin der O nicht schnell genug hinzutreten kann, so entzieht sich ein Theil des S der Verbrennung. So ist es auch mit einer Lösung von HS in Wasser, worin sich der H zu HO umbildet, aber S abscheidet.

Aehnlich ist die Umwandlung des NaS, auch hier oxydirt sich zunächst das Na zu NaO, während ein Theil des S sich abscheidet oder mit dem noch unzersetzten NaS zu NaS^2 sich verbindet. Hernach geht dann die Zersetzung weiter, wie überhaupt bei einer Lösung von NaS^2.

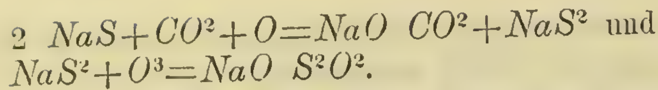
NaS^2 geht in wässriger Lösung durch Aufnahme von O in NaO, S^2O^2, unterschwefligsaures Natron, über, welches beim Erhitzen von 2 (NaO, S^2O^2) in NaS, NaO, SO^3 u. S zerfällt, wobei dann das NaS nach u. nach auch zersetzt wird, so dass die schliessliche Umwandlung in schwefelsaures Natron u. Schwefel vollständig wird.

Dass sich aus dem Schwefelalkali unterschwefelige Säure bildet, zeigen die Versuche von Fordos u. Gélis. Reveil läugnet die Umwandlung des Schwefelnatriums der W. an der Luft zu Schwefelsäure. Er fand wenigstens im W. der Qu. César, wenn es nur noch 0,26 Jod absorbirte, nicht mehr SO^3, als wenn es 0,78 aufnahm. Man muss freilich gestehen, dass die unterschwefelige Säure eine ziemlich beständige Verbindung ist u. dass schon durch die Umwandlung des NaS in NaO S^2O^2 die Aufnahme von Jod eine viel geringere wird. Aber das bekanntlich so schnell fast bis auf Null stattfindende Fallen des Titres bei gewissen Schwefelwässern wäre nicht erklärt, wenn die Umwandlung bei der Bildung von S^2O^2 stehen geblieben wäre.

§. 155. Doppeltschwefel-Metalle in den Wässern.

Ausser der Verbindung von 1 Aequiv. N mit 1 Aequ. S gibt es solche mit mehreren Aequiv. S, worunter die mit 2 S am bekanntesten ist.

Selten mag ein W. ein Polysulfür schon am Ursprunge enthalten. Nach Fontan enthält eine Qu. von Cadéac sicher eine solche Schwefelverbindung, was jedoch, wie er meint, sich wohl ändern könnte, wenn die Qu. bis in den Felsen verfolgt würde. Doppeltschwefel-Natrium (-Calcium etc.) entsteht aber bei den meisten Schwefelwässern an der Luft u. zwar soll bewegte Luft die Bildung der unterschwefeligen Säure, die Berührung mit einer ruhigen Atmosphäre aber die Entstehung von NaS^2 begünstigen. Wird eine sehr verdünnte Lösung von NaS der Luft ausgesetzt, so bildet sich ein Polysulfür von Natrium, wodurch das W. grünlich wird, kohlens. Natron, späterhin auch unterschwefligsaures (danach auch schwefligs. oder schwefels.) Natron.



$2\ NaS + CO^2 + O = NaO\ CO^2 + NaS^2$ und
$NaS^2 + O^3 = NaO\ S^2O^2$.

Wenn ein W. HS enthält, so reisst der O den H an sich u. Schwefel fällt nieder oder dieser verbindet sich, wenn auch NaS vorhanden ist, mit ihm zu NaS^3.

Viele Schwefelwässer werden bei der Bildung von Polysulfür bläulich. Es ist zu Aachen eine bekannte Erscheinung, dass das Badewasser, ausserdem, dass es sich durch Abscheidung von kohlens. Kalk trübt, bei längerm Stehen bläulich wird; bei noch längerm Stehen soll es grünlich werden. Diese Färbung hat Aehnlichkeit mit dem bläulichen Schimmer einer Chininlösung.

§. 156. Zersetzungen der Schwefelwässer.

Die Zersetzungen, denen das Schwefelmetall u. der HS in M.Wässern unterliegen, werden veranlasst durch mehrere Umstände, welche theils in der Constitution der M.W. selbst, theils in der Berührung derselben mit Luft (Sauerstoff, Kohlens.) oder in der Vermischung mit anderm W. (wodurch Sauerstoff, Kohlens., Kiesels., freie Mineralsäure hinzukommen kann), theils in der Bewegung des W. oder einer Steigerung der Wärme begründet sein können. Der absorbirte HS kann durch Bewegung des W. u. durch Oxydation verloren gehen. Die Schwefelmetalle haben mehrere Feinde, die aber fast wirkungslos blieben, wenn sie nicht im Bunde mit dem Sauerstoff wären, sei es mit demjenigen, den das W. vor seiner Mineralisirung, wie jedes oberirdische W., hatte oder sei es mit demjenigen, den ihm fremdes W. oder die neue Berührung mit der Atmosphäre zuführte. Die Unterstützungsmittel der Zersetzung sind die Kiesels. des W., die entweder frei ans Tageslicht kommt oder durch Kohlens. an der Erdoberfläche erst frei wird, u. die Kohlensäure, welche die Kiesels. unter gewissen Umständen frei macht u. selbst auf das Schwefelmetall einwirkt. Die einfachste Wirkung der Kohlens. ist die der Umwandlung des Schwefelmetalls in HS, wobei sogar kein Sauerstoff der Luft nöthig ist, sondern nur Wasser, nach der Formel: $NaS + CO^2 + HO = HS + CO^2\ NaO$.

Nach der Bemerkung von Fresenius verhalten sich W. mit freiem HS, wie das Weilbacher ist, u. solche mit Schwefelmetall, wie das Stachelberger bei Luftzutritt sehr verschieden. Wird jenes in einer Luft enthaltenden Flasche aufbewahrt, so bildet sich bald, während der Geruch nach HS immer schwächer wird, Trübung u. Niederschlag von ausgeschiedenem Schwefel, welcher sich bei weiterer Lufteinwirkung in der Regel wieder ganz verliert, so dass das W. so klar wird als es anfangs war. Der zuerst ausgeschiedene Schwefel hat sich nämlich zu SO^3 oxydirt (?) u. dann gelöst. Hat man dagegen eine Flasche mit Stachelberger W. gefüllt, so beginnt es bald sich leicht zu trüben; allein schon nach 5 Minuten ist die Trübung verschwunden u. die Flüssigkeit hat jetzt einen deutlichen Stich ins Gelbe; bei weiterem Luftzutritt wiederholt sich Trübung u. Klärung; das W. wird durch gebildetes Bisulfuret tiefgelb. Bei vollständigem Luftzutritt bildet sich nu

ein starker Niederschlag von Schwefel, während gleichzeitig unterschwefligsaures Natron entsteht.

Alle Schwefelwässer verlieren der Luft ausgesetzt sehr schnell an ihrem Gehalt durch Oxydation u. durch die CO^2 der Luft.

Als man das W. von Enghien 3 Stunden in offenen Gefässen stehen gelassen hatte, liess sich nur 0,215 Schwefelkupfer niederschlagen statt 0,248, wie im frischen W. u. als man es 48 Stunden hingestellt hatte, nur 0,12.

Lucas fand schon vor einem Jahrhundert, dass das Aachener W., wobei er vorzüglich das der Kaiserqu. im Auge hatte, nur, wenn es an der Qu. geprüft wurde, einen grauen oder aschfarbenen Niederschlag mit Bleiessig u. eine blassbraune oder tief aschgraue Färbung der Flüssigkeit ergab. Hatte das W. nur 20 Sekunden vor der Prüfung gestanden, so war der Niederschlag merklich weisser. Nach Kortum machen Bleisalze im W. der Kaiserqu., wenn dies nur ½ Minute gestanden hat, schon einen weniger gefärbten Niederschlag als im ganz frischen W.. Im erkalteten W. macht das Blei nur noch weisse Niederschläge. Arsenikbutter macht in dem aus der Tiefe der Kaiserqu. geschöpften W. einen gelben, in an der Luft kalt gewordenem W. nur einen weissen Niederschlag.

Zu Cauterets hatte nach Buron die Qu. Petit César ursprünglich 0,279 NaS; an der Trinkstelle hatte das W. nur noch 0,179, an der Douche noch etwas weniger. Die Qu. Espagnols mit ursprünglich 0,223 NaS hatte an der Trinkstelle nur 0,1, an der Douche nur noch 0,02. La Raillère kam auch nicht ohne Verlust an. Aehnlich verhielt es sich zu Ax, wie Gintrac u. Roux darthaten. Zu St. Amélie les Bains waren am Ursprunge 0,206, im Badehause nur 0,161 nach Filhol's Versuchen. Die Königinqu. zu Luchon ergab 0,566 NaS, an der Trinkqu. 0,48, am Badehahne nur 0,392.

Filhol prüfte auch 2 Schwefel-Bäder von gleicher Masse (250 Liter), gleicher Wärme (35°) u. ursprünglich gleichem Schwefelgehalt (0,054 S) auf die Veränderungen, welche sie durch das Baden erlitten; der S war nach ½ Stunde auf etwa die Hälfte, nach 1 Stunde auf 0,025 u. 0,019 gesunken. Grosse Wassermassen widerstehen dem oxydirenden Einflusse der Atmosphäre natürlicher Weise länger als kleinere.

In geschlossenen Leitungen, wobei der Luftzutritt nicht stattfindet, verliert ein Schwefel-W. fast nichts von seinem Schwefel. Filhol fand, dass das Schwefel-W. in einer geschlossenen Leitung von 36 Metern Länge keinen Schwefel verlor, dass ihm nach einer Leitung durch Bleiröhren von 184 Metern Länge, welche das W. ganz ausfüllte nur 4 Th. von 154 Th. u. ein anderes Mal 6 von 134 Schwefelnatrium abgingen. Ein Schwefel-W. zu Amélie, 61° warm, das 650 Meter weit geführt wurde, hatte $^{114}/_{117}$tel seines ursprünglichen Schwefelnatriums conservirt (Poggiale). *) In gut geschlossenen Reservoirs wird bald aller Sauerstoff der Luft absorbirt u. veranlasst dann keine weitere Zersetzung mehr. Um ein Reservoir gut zu schliessen, bedarf es aber einer Art Gasometer, wie er zu Bagnères de Luchon eingerichtet ist. Filhol machte auch Versuche, mit künstlich dargestelltem Stickstoff den Zutritt der atmosphärischen Luft zu den Reservoirs abzuwenden.

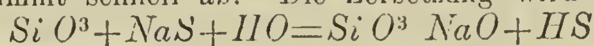
Ob das Licht auch Einfluss auf die Schwefelverbindungen hat? Hindert der Abschluss desselben das Aufkommen organischer Bildungen, die vielleicht das W. zersetzen? Ich frage dies, weil Crève von einem Schwefel-W. bemerkte, dass es sich in undurchsichtigen Flaschen (nicht in durchsichtigen) 2 Jahre lang krystallhell bewahrt habe.

---

*) Die Leitungsröhren sind aus Tannenholz, das mit Chlorzink behandelt ist, gemacht u. sind innen cementirt.

§. 157. Abscheidung des Schwefels in kieselsäurereichen Schwefelwässern. Weiss werdende Schwefelwässer.

Bezüglich der Kiesels. werden die W. der Pyreneen unterschieden, in solche, die einen Ueberschuss dieser Säure enthalten, wie die Qu. Reine u. Bayen zu Luchon u. in die, welche ein Uebermaass von Alkali besitzen, wie das der Zersetzung so wenig unterworfene W. von Labassère. Diese Unterscheidung knüpft sich an das seit langer Zeit bekannte Phänomen des »Weisswerdens«. Nur an wenigen Schwefelwässern der Pyreneen u. zwar an solchen, die einen Ueberschuss an Kiesels. haben, hat man bemerkt, dass sie an der Luft weiss werden. Doch geschieht dies nicht an freier Luft, wo der *HS* entweicht, sondern bei beschränktem Luftzutritte in Reservoirs etc.. Diese milchenden W. vorlieren beim Weisswerden ihren Schwefelgehalt, das Schwefelnatrium nimmt schnell ab. Die Zersetzung wird nach der Formel:



$$Si\,O^3 + NaS + HO = Si\,O^3\;NaO + HS$$

eingeleitet. Zunächst bildet sich also Natron u. Schwefelwasserstoff. Die freie Kieselsäure muss wohl zu dieser Zersetzung disponiren. Wo sie gebunden ist, thut sie das nicht. Nur wäre es sonderbar, wenn dieselbe Zersetzung nicht schon im Erdinnern vor sich ginge. Man müsste denn annehmen, dass der Zutritt der Luft (welcher nach der Formel nöthig ist, damit die fixe Schwefelverbindung sich in eine flüchtige umwandele) durch eine Störung des Gleichgewichtes der Verwandtschaften die Umwandlung einleite. Kommt nun noch die Kohlens. der Luft hinzu, so theilt sie das Natron mit der Kiesels. u. es wird wieder ein Theil Kieselsäure frei. Die Kohlens. bringt für sich keine weisse Farbe hervor. Das Weisswerden hängt aber nun von der Zersetzung des *HS* durch den *O* der Luft ab; indem sich wieder Wasser bildet, fällt feinzertheilter Schwefel nieder u. färbt das W. wie verdünnte Milch. Dieser Schwefel wird anfangs noch zur Bildung von Doppeltschwefel-Natrium verwendet, scheidet sich aber wieder fein zertheilt, mit Kieselerde aus. Filhol in Bull. de l'Acad. de Méd. XVI.

Das Weisswerden ist eine nur an wenigen Schwefelwässern der Pyreneen beobachtete Erscheinung. Sicher beobachtet ist es zu Luchon u. zu Ax, zwei an Kieselerde reichen Wässern. Zu Barèges, St. Sauveur, Cauterets, Bonnes, Eaux-chaudes, Labassère u. Gazost kennt man dieses Phänomen nicht, obwohl an mehreren dieser Thermen dieselben Verhältnisse des Luftcontakts zu bestehen scheinen. Eigen den Wässern von Luchon u. Ax ist es aber, dass sie an den Wänden der Behälter u. Röhren oberhalb des Spiegels Schwefel absetzen; sie entwickeln also viel *HS*. Darum besteht Filhol auf der Abscheidung des Schwefels aus dem *HS*. An u. für sich kann man den niederfallenden Schwefel auch aus dem in anderer Weise gebildeten Polysulfür ableiten. Jedenfalls bleibt es aber merkwürdig, dass nicht alle W. die Polysulfür an der Luft bilden, Schwefel abscheiden. Das W. der Piscinen zu Barèges ist ja gelbgrünlich von Polysulfür, aber es wird doch nicht weiss.

Wir sahen, dass *Fontan in den Wässern der Pyreneen eine Verbindung von *NaS* mit *HS* *) voraussetzte. Er erklärte sich die Wirkung

---

*) Nach dessen Rech. 1853, 334 wäre es $NaS\;SH^2$, was wohl ein Druckfehler ist.

des O in folgender Weise. Aus $2NaS\ 2HS$ entsteht an der freien Luft $NaO\ CO^2+NaO\ S^2O^2$, $2HS$ u. der HS entweicht. Bleibt das W. aber in einem Reservoir unter beschränktem Luftzutritte stehen, so entsteht aus dem HS: $HO+S$, welcher letztere sich mit NaS zu NaS^2 verbindet (mit gleichzeitiger Bildung von $NaO\ CO^2$; s. Rech. 334); kommt aber dieses durch NaS^2 gelbgrünliche W. jetzt an die freie Luft, so bildet sich aus $2NaS^2$: $NaO\ S^2O^2$ u. $NaO\ CO^2$ u. $2S$, d. h. es scheidet sich S aus, der das W. weiss macht *). Die Ausscheidung von S ist es eben, welche Fontan veranlasst, an seiner Meinung als einer Hypothese, woraus sich diese Abscheidung leicht erklären lasse, festzuhalten. Ich sehe freilich nicht ein, welchen Unterschied es für die Erklärung macht, ob man von vornherein $NaS\ HS$ im W. voraussetzt oder ob man NaS u. daraus durch die CO^2 der Luft entstandenen secundären HS annimmt. Jedenfalls ist HS im gestandenen W. vorhanden, der schon ein wenig S bei seiner theilweisen Zersetzung fallen lassen kann. Der durch die Zersetzung des HS frei gewordene S verbindet sich aber grösstentheils mit dem NaS zu NaS^2. Nach seiner Erklärung ist die Bildung von NaS^2 als einer leichtzersetzlichen Verbindung Vorläufer der Abscheidung des Schwefels. Aber Fontan lässt die unterschwefelige Säure eine Rolle spielen. Grade hiergegen streitet aber Filhol, der unter andern Gründen gegen die Erklärung von Fontan den hervorhebt, dass nach seiner Voraussetzung das weisse W. viel unterschwefelige Säure enthalten müsste, was aber nicht der Fall sei. Aber könnte diese nicht schon weiter oxydirt sein? Irre ich nicht, so zeigt sich grade die unterschwefelige Säure an andern Schwefelthermen besonders mit Schwefelabscheidung vereinigt.

Die Abscheidung des Schwefels wird also von dem Einen wie von dem Andern vom gebildeten HS abgeleitet. Dabei ist aber, wie gesagt, die Rolle der Kieselsäure nicht ganz erklärt. Soll die Kiesels., wie die Kohlens., zunächst zur Oxydation des Natriums u. zur Bildung des Polysulfürs Veranlassung geben nach folgender Formel: $2NaS+Si\ O^3+O=Si\ O^3\ NaO+NaS^2$? Oder will man die Elemente des W., HO, dabei in Betracht nehmen u. durch den frei werdenden H sich HS bilden lassen? Die neugebildeten oder zugekommenen Säuren, S^2O^2 u. CO^2 werden wohl nur helfen die Zersetzung einleiten. Sogar SO^2 dürfte sich zuweilen in den Reservoirs oberhalb des W. bilden; ins Reservoir zurückgeflossen, müsste sie die Zersetzung des Schwefelnatriums bewirken.

---

*) Seine eigenen Worte sind: ensuite lorsque l'eau passe dans les baignoires et qu'elle a le contact libre de l'air, l'oxygène agit sur tous les éléments à la fois, il oxyde tout le sodium pour former de la soude, et une partie du soufre pour former de l'acide hyposulfurique. La soude se combine avec l'acide carbonique de l'air et forme du carbonate de soude, et l'acide hyposulfurique se combine avec l'autre portion de la soude pour former d'abord de l'hyposulfite, et ensuite du sulfate de soude, et l'on obtient NaO, C^2O^2 (wohl CO^2) + Na, $SO^3\ S$; mais nous avons vu que dans le polysulfure, l'atome du sodium était combiné avec deux atomes de soufre; mais dans le sulfate de soude, il n'y a qu'un atome de soufre pour un atome de la base; donc il reste un atome de soufre, et c'est le soufre qui étant à l'état de poudre très ténue, se précipite etc. — Er bemerkt, dass, wenn man das noch weisse W. mit einem frischen, das $HS\ NaS$ enthält, mische, dieses die Trübung wieder auflöse, indem sich HS entwickele u. wieder NaS^2 bilde.

Die Gegenwart der Kiesels. schadet kaum der Haltbarkeit eines Schwefelwassers, wenn es nicht der Luft ausgesetzt wird. Ein Schwefel-W. mit viel Kiesels. lässt sich nach *Filhol in luftdichten Flaschen Jahre lang ohne wesentliche Veränderung aufbewahren, während es an der Luft stehend einen guten Theil seines Schwefels verliert u. dem Analytiker nur einen sehr kleinen Theil in Form von schwefeliger, unterschwefeliger oder Schwefels. hinterlässt u. der grösste Theil des Schwefels aus ihm verflogen ist.

Es fragt sich übrigens ob diese durch Schwefel veranlasste Trübung nicht durch die Abscheidung unlöslicher Silicate von Kalk, Magn. u. Thonerde vermehrt werde. Sehen wir, dass die sog. weisse Qu. nach Filhols Analyse zwar nur wenig freie Kieselsäure (u. auch weniger Schwefelnatrium als die meisten andern dortigen Qu.), aber doch kiesels. Magn. 0,67, kiesels. Kalk 0,759, kiesels. Thonerde 0,1 enthielt u. dass in der Qu. Richard die kiesels. Thonerde bis zu 0,292 geht, so ist nicht zu läugnen, dass wenigstens dies letzte Salz die Grenze der Löslichkeit erreicht haben muss u. dass, wenn noch kaltes W. mit Erdsalzen hinzukommt, auch wohl Silicate von Kalk u. Magn. niederfallen dürften.

*Fontan erklärte sich die Gegenwart von Spuren Kieselsäure im Präcipitate des weissgewordenen W. von Luchon dadurch, dass der niederfallende Schwefel etwas freigewordene Kieselsäure mit sich gerissen habe oder durch die Zersetzung von Schwefelsilicium, wovon Spuren in den natürlichen W. zu finden seien.

(Frémy vermuthete, dass die W. in der Erde eine Verbindung von Schwefel u. Silicium anträfen u. aufnähmen. *] Diese Verbindung hat mit Schwefel-Magnesium, -Bor, -Aluminium das gemein, dass sie bei Zutritt des W. *HS* entwickelt. Dabei wird das mit dem Schwefel verbundene Silicium oxydirt u. aufgelöst. *Compt. rend. Juill. 1852. Es bedarf einer solchen Hypothese aber nicht, um die Auflösung des Schwefels oder der Kieselsäure zu erklären. Jedoch sind in einigen Silicaten Schwefelmetalle zu finden.

Filhol führt gegen diese Theorie an, dass sich kein Ueberschuss von Kiesels. in den W. der Pyreneen fände, wo der Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Basen sich meistens nur wie 3 : 1, wie in den neutralen Salzen verhalte.)

§. 158. Einfluss der Wärme auf den Schwefel. Abkühlung der Schwefelwässer.

Man hat zuweilen darin einen Beweis für ein besonderes Gebundensein des Schwefels finden wollen, dass ein W. nach längerm Erwärmen noch *HS* entwickelt. »Wie innig das Gas mit dem W. vereinigt ist, geht daraus hervor,« sagt Grandidier (Nenndorf; 1851) »dass die gewöhnlichen Bäder noch nach 6 Stunden auf *HS* reagiren, u. dass, wenn Schwefel-W. in offenen Gefässen gekocht wird, dasselbe erst nach 44 Minuten langem Sieden seinen Gehalt an *HS* völlig verliert. Dies mag etwas übertrieben sein; doch könnte man Aehnliches von andern Wässern sagen, die keinen freien *HS* enthalten.

---

*] Schwefelsilicium bildet seidenglänzende Nadeln.

Unter dem Erwärmen bildet sich eben noch fortwährend HS aus dem NaS, *) wenn dies an der Luft geschieht. Anders kann es geschehen, wenn die Erwärmung bei Luftabschluss geschieht. So liess sich bei den Aachener Qu. durch Kochen (ohne Zweifel ist das ganz frische W. mit NaS gemeint) im luftleeren Raume kein HS entbinden, obgleich doch in den spontanen Gasen HS nicht ganz fehlte. Wenn das Erwärmen Veranlassung zur schnellern Zersetzung des NaS gibt, so wirkt es ferner auch auf die Lösung des HS. Man muss aber diese austreibende Kraft nicht überschätzen. Kann doch ein W. von 40⁰ noch fast 2 Volumina HS, oder in 10000 Gr. W. 88 Gr. HS enthalten, was wohl 100mal mehr ist, als die meisten Schwefel-W. ursprünglich enthalten. Selbst die Siedhitze würde den ursprünglichen HS vielleicht in den wenigsten Fällen sogleich austreiben, wenn das W. nicht dabei an die Luft käme. Man kann nach Henry das kalte Schwefel-W. von la Golaise bis 70⁰ in verschlossenen Gefässen ohne Zersetzung erhitzen; u. nach Longchamp kann man W. von Enghien in verschlossenen Gefässen mittels eines eigenen Apparates bis zum Sieden erhitzen ohne die geringste Zersetzung; es ertrug ohne Zutritt der Luft 6 Stunden lang eine Hitze von 33—35⁰ ohne Zerstörung des HS; dieselbe Zeitdauer 48—50⁰ warm gehalten, bildet es auch nur $^1/_{31}$ Schwefelkupfer weniger als das frische W.. Auch das Schwefelnatrium der Pyreneen-W. zersetzt sich beim Kochen bei abgehaltener Luft nur zum kleinern Theile. Er findet hier etwas Aehnliches statt wie bei der CO^2, wovon auch in erwärmten Wässern ein merklicher Antheil zurückbleiben kann.

Bei der Abkühlung geht kein Schwefel verloren, wenn die Luft abgehalten wird u. besonders nöthig ist diese Abhaltung der Luft, so lange das W. noch warm ist. Filhol konnte bestätigen, was Henry schon gemerkt hat, nämlich, dass ein M.W., welches man vor der Füllung bei Luftabschluss erkalten gelassen hatte, dadurch viel weniger Schwefel verlor, als wenn man es noch warm auf Flaschen gebracht hatte. Die Abkühlung geschieht am besten ohne Bewegung des W., falls es nicht angeht, es durch eine Schlangenröhre, die von kaltem W. umgeben ist, durchzuleiten. Ein Zusatz von Eis ist wohl nur in den seltensten Fällen möglich, würde aber den Vorzug haben, da Eis ein luftfreies W. darstellt, den Schwefel nicht zu vermindern. Oefters geschieht die Abkühlung durch einen Zusatz von kaltem schwefelfreiem W., was darum höchst unzweckmässig ist, weil das an der Luft gewesene W. so viel Sauerstoff mitbringt, dass dadurch aller Schwefel oxydirt wird. Denken wir uns 10 Kilo W. von 46⁰ sollten auf 35⁰ heruntergestimmt werden durch die Hälfte W. von 12⁰, das nur 50 Z.T. Vol. Sauerstoff enthält, d. i. nur 0,07 Z.T. Gewicht oder 0,035 Gr. in 5 Kilo. Diese 0,035 O sind aber äquivalent mit 0,171 NaS, d. h. sie sind genügend um so viel Schwefelnatrium in unterschwefelige Säure überzuführen. (Vgl. S. 259.) So viel NaS haben aber manche Schwefelwässer noch nicht, einige nur wenig mehr. Das Abkühlungs-W. ist also ausreichend zur Oxydation einer relativ grossen Menge Schwefel-Wassers. Um so mehr ist dies der Fall, wenn man statt des sauerstoffarmen

---

*) Vielleicht findet auch eine neue Zersetzung der Sulfate zu Sulfüren durch den organischen Stoff mit Hülfe der Wärme statt.

Brunnenwassers sauerstoffreiches Regen- oder Bach-W. zur Abkühlung nimmt. Ebenso unzweckmässig ist das Abkühlen eines Schwefel-W. durch das Abfliessen über ein kleines Träufelwerk. Die schlechteste Abkühlungsmethode ist aber wohl die, durch ein Gebläse kalte Luft darüber wegzutreiben oder überhaupt die durch Luftzug.

Filhol konnte in einer Schlange von 40 Metern Länge, welche von kaltem W. umgeben war, ein M.W. von 52°5 auf 30—34° abkühlen fast ohne Verlust an Schwefel. W. der Qu. Vignerie zu Ax, in der Schlange von 73° an (auf ?) abgekühlt, hatte von 0,284 *NaS* noch 0,135; im Bade-W. von 35° war noch 0,16 bewahrt. W. der Qu. Canons in geschlossenen Gefässen von 75° abgekühlt, hatte noch von 0,27 0,171 u. W. der Qu. Rossignol (77°5) von 0,27 0,16 behalten.

§. 159. Methode Schwefelwässer auf Flaschen zu füllen.

Die Neigung der Schwefelwässer zur Zersetzung mag verschieden sein. Man wusste längst, dass die W. von Luchon einen sehr leicht flüchtigen oder alterirbaren Schwefel besitzen u. dagegen die von Barèges u. Labassère sich viel besser weit versenden lassen. Diese Verschiedenheiten in der Haltbarkeit der Schwefelwässer sind noch nicht hinreichend erklärt. Filhol bringt sie mit dem verschieden grossen Kieselsäure-Gehalt in Verbindung.

Nach Will's Untersuchung hatte das in Krügen nach alter Vorschrift versendete Weilbacher (laue) Schwefel-W. nahe an 5/6 von seinem Schwefelgehalte verloren. Nach Bunsen enthielt das aus der Nenndorfer Trinkqu. auf herkömmliche Weise auf Bouteillen gefüllte W. nach 6 Monaten noch 42,12 Vol. *HS* in 10000, wogegen das frische W. 45,41 enthielt. (*Grandidier 1851.)

Filhol machte den Versuch, dass er Flaschen mit dem W. mehrerer Qu. von Luchon ganz füllte, sie hermetisch schloss u. dann im W. der Qu. aufhing, so dass nur die mit dem W. mitgekommene Luft (u. die beim Einströmen immer mit dem W. in Berührung kommende: Ref.) einwirken konnte. Nahm er nun die Flaschen nach 1 Stunde heraus, so waren 1,78—5—15 % des *NaS* umgeändert worden, nach 2 Stunden aber 0,59—6,45 in 6 Versuchen. Die absolute Menge des zersetzten *NaS* war freilich in 8 Fällen von 10 Versuchen jedesmal nur gering. Dass diese Versuche nicht jeden Tag gleich ausfielen, leitet Filhol davon ab, dass die Luftmenge des W. ebenfalls wechselte. War diese Zersetzung einmal vor sich gegangen, so verlor das W. in 1 oder 2 Monaten nur sehr wenig mehr an *S*-Gehalt; in 4 Vers. war nach dieser Zeit der Gesammtverlust auch nicht mehr als 6—13 %. In Flaschen, welche F. mit dem W. verschiedener Qu. vorsichtig gefüllt u. dann nach Paris gesandt hatte, war das *NaS* um 7—30 % zersetzt worden. Der absolute Verlust an *NaS* betrug etwa 0,026—0,18 *NaS* in 10000. Bei nachlässiger Füllung kann dieser Verlust noch viel bedeutender sein.

Filhol prüfte das versendete W. von 9 verschiedenen Schwefelthermen. Der Verlust schwankte zwischen 0,016—0,045 Z.T. *NaS* oder von 9—100 % des ursprünglichen *NaS*; hatte er aber das W. hernach in halbgefüllten Flaschen einen Tag stehen lassen, so war kein W. mehr darunter, worin auch nur noch 1/3 seines ursprünglichen *NaS* erhalten gewesen wäre.

Das von mir geprüfte W. von Tivoli, welches mehrere Jahre in einer Flasche aufbewahrt worden, enthielt noch 0,026 Schwefel; ursprünglich hat es etwa 0,13.

Alle derartigen Prüfungen haben keine allgemeine Gültigkeit. Es hängt bei der Füllung eines Schwefelwassers sehr viel von der Grösse des vom W. nicht ausgefüllten Raumes unter dem Stopfen ab, wenn dieser Raum atmosphärische Luft enthält. Man kann durch vorsichtige Füllung diesen zur Einbringung des Stopfens gewöhnlich frei bleibenden Raum sehr vermindern, bei gehöriger Form des Flaschenhalses u. des Stopfens sogar bis zu einer kaum sichtbaren Grösse. Doch gewöhnlich

lässt man einen ansehnlichen Theil des Flaschenhalses frei. Setzen wir einmal voraus für eine Liter-Flasche betrüge der freibleibende Theil 10 C.C.; in 10 C.C. atmosphärischer Luft sind 0,003 Gramm Sauerstoff, welche 0,006 Gr. Schwefel zu unterschwefeliger Säure, oder 0,0074 NaS (mit 0,003 S) zu $NaO + S^2O^2$ (oder, was ausser Rechnung bleiben soll, halb so viel NaS zu $NaO\ SO^3$) umwandeln können. Die Flasche sei nun mit einem W. gefüllt, welches 0,06 Z.T. Schwefel enthalten soll (immerhin also mit einem reichen Schwefelwasser), so würden im Inhalte der Flasche 0,006 Gr. Schwefel sein; die Hälfte dieses Schwefels würde also von nicht mehr als 10 C.C. miteingeschlossener atmosphärischer Luft oxydirt werden können; bei dieser Rechnung wird angenommen, dass der O zugleich Natron bilden müsse, welches sich mit S^2O^2 u. CO^2 (oder $Si\ O^3$) zu gleichen Theilen verbinden soll. Dabei ist auf den O, den das W. beim Einströmen in die Flasche absorbirte oder vorher absorbirt hatte, keine Rücksicht genommen.

So erklärt es sich, abgesehen vom luftdichten Schliessen der Stopfen u. von der beim Einfüllen sonst noch gebrauchten Vorsicht, dass Schwefel-W., welche in gewöhnlicher Weise auf Flaschen gefüllt werden, ihren Schwefel bald grösstentheils verlieren, bald grossentheils behalten.

Um das W. der Aachener Kaiserqu. als Beispiel anzuführen, will ich bemerken, dass nach Dr. Wings in Flaschen, die in gewöhnlicher Art gefüllt u. aufbewahrt worden waren, sich zuweilen an 7/11 des Jod-Titres conservirt hatten; während andere Male (wie dies eine neulich von ihm mit mir vorgenommene Prüfung zweier noch mit besonderer Vorsicht gefüllten Flaschen zeigte) der Schwefel bis zu einem Minimum reducirt war. Diese beiden Flaschen hatten nur 1 Monat gelagert; dagegen hatte eine gleichzeitig geprüfte, ein Jahr gelagerte Flasche ähnlicher Füllung ohne Ausschluss der Luft immerhin noch 8,4 C.C. Jodlösung statt 11,4, wie ursprünglich, nöthig.

Je grösser die Flasche, relativ um so kleiner wird der zum Eintreiben des Stopfens nöthige Raum sein u. um so mehr Wahrscheinlichkeit bleibt, den Schwefel zu conserviren.

Soll sich ein Schwefel-W. auf den Flaschen oder Krügen gut halten, so muss es bei u. nach der Füllung möglichst wenig mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommen. Vor der Füllung verhütet man den Zutritt der atmosphärischen Luft dadurch, dass man das W. auffängt an einer tief von der gedeckten Qu. abgehenden Leitung, welche der Strom des W. ganz einnimmt, oder dass man es unmittelbar in der offenen Qu. u. zwar möglichst tief unter dem Quellspiegel einfliessen lässt. Beim Füllen ist einestheils die Luft, welche mechanisch beim Untertauchen der Flaschen mitgeht, noch mehr aber die in der Flasche vorher befindliche zu berücksichtigen. Vor dem Untertauchen muss daher die Luft der Flasche sauerstofffrei gemacht werden. Zu diesem Zwecke füllt man vorab die Flasche mit frischem Schwefelwasser, nimmt sie aus der Qu. mit der Vorsicht, dass ihre nach unten gerichtete Mündung in einer Tasse mit Schwefelwasser gehalten wird, bringt sie in eine mit frischem Schwefelwasser gefüllte Wanne, lässt das sauerstofffreie Gas einströmen, bis die Flasche voll davon ist, bringt die Flasche wieder zur Qu. in derselben Weise, wie sie zur Füllwanne gebracht wurde, taucht sie mit Hülfe einer langen Zange möglichst tief unter den Quellspiegel, wendet sie dann um, so dass das W. an die Stelle des Gases tritt, u., nachdem man sie wieder mit der Mündung nach unten gebracht u. mit der Tasse die Mündung verschlossen hat, trägt man sie zur Füllwanne, wo man noch so viel Gas als nöthig ist, um den Stopfen einbringen zu können, eintreten lässt, verstopft sie von unten sorgfältig u. treibt den Stopfen fest ein, schneidet ihn ab, u. versiegelt sogleich die abgetrocknete Mündung der Flasche u. legt

sie an einen kühlen Ort zur Aufbewahrung. Als sauerstofffreies Gas kann man Stickstoff oder Kohlensäure nehmen. Letztere hat vielleicht den kleinen Nachtheil aus dem *NaS* etwas *HS* zu entbinden, aber vielleicht auch den Vortheil die Fällung der Erdcarbonate zu verhüten; sie erleichtert besonders wegen ihrer leichten Absorptionsfähigkeit das Einschlagen des Stopfens, welches aber auch vom Stickstoff nicht wesentlich gehindert wird, wenn die Mündung der Flasche etwas konisch ist. Man kann auch die aus der Qu. selbst ausströmenden Gase zur Füllung benutzen. *)

Bei versendeten Schwefelwässern mag auch der Fall wohl vorkommen, dass durch die eingeleitete Zersetzung des organischen Stoffes im entschwefelten W. aufs Neue wieder Sulfür gebildet wird.

§. 160. Ausscheidung von Schwefel an und unter dem Wasserspiegel.

Wo ein W., welches *HS* enthält, in Berührung mit dem *O* der Luft tritt, wird durch Oxydation von *H* Schwefel frei. Auch wird Schwefel frei, wo Doppeltschwefel-Natrium schon durch die erste Berührung mit der Luft gebildet ist (§. 155), bei der fernern Einwirkung der Atmosphäre. Eine solche Abscheidung eines Theiles des Schwefels, wobei ein anderer Theil des *S* oder *H* der Oxydation unterliegt, ist etwas ganz Gewöhnliches. Darauf beruht das Trüben u. Milchigwerden vieler Schwefelwässer an der Luft. Der Schwefel nimmt dabei öfters die Gestalt umherschwimmender Flocken an (die aber noch öfter von losgerissenen organischen Bildungen herrühren) oder bildet auf der Oberfläche u. an den Wänden der Einfassung Häutchen, die, wie an den Qu. von Nenndorf sich bis auf einen ganz geringen erdigen Rückstand zu Schwefelkrystallen sublimiren lassen. Die Schwefelqu. zu Aix in Savoyen setzt nicht nur an den in ihr wachsenden Algen einen mikroskopischen Schwefelanflug an, sondern auch an den bleiernen Leitungsröhren überall, wo das Blei ununterbrochen mit einer nicht zu dicken Schicht W. bedeckt ist, bildet sich ein liniendicker Schwefelüberzug. Wenn man das W. über eine Platte strömen lässt, kann man diesen Schwefelabsatz beliebig hervorrufen (Bonjean). **) Wo das kalte W. von Tivoli flach verläuft, setzt es Schwefel ab, den Gräfe als solchen erkannte. Schwefel-Absätze hängen häufig mit der Bildung

*) Aus einer Versuchsreihe, die mit dem Aachener Thermal-W. in dieser Beziehung begonnen hat, denke ich in den Nachträgen das Ergebniss mittheilen zu können. Soviel hat sich einstweilen schon herausgestellt, dass die Füllungen mit CO^2 u. mit den Quellgasen vortrefflich gelingen können. Zugleich wurde versucht das ohne alle besondere Vorsicht unter dem Einflusse der atmosphärischen Luft eingeströmte W. durch eine geringe Menge zugesetzten Traubenzuckers vor der Einwirkung des *O* zu bewahren, oder vielmehr aus den Sulfaten wieder *NaS* herzustellen. Schon vor mehreren Jahren habe ich Aachener W., mit Hülfe der CO^2 vor Oxydation geschützt, versenden lassen.

Der Versuch, dem W. etwas künstlich bereitetes *HS* zuzufügen, gab natürlicher Weise sehr ungleiche Resultate; auch wurde die Schwefelung viel zu stark.

**) Bei Tjattar, 5 Palen vom Krater Kawa Domas auf Java entspringt ein warmer Bach (Tjipanas) aus der Lava, etwa 43° warm. Das sehr sauere W. riecht nach *HS* u. setzt reichliche Niederschläge auf seinem langen Laufe ab, sowohl als dicke Krusten (besonders Gyps, Alaun u. „Schwefelleber"), als nach aussen zu

organischer Formen zusammen. Ueberall wo die Abflüsse der Aachener Kaiserqu. sich unter dem Einflusse der Luft ausbreiten, entsteht die sogenannte Sulfuraire, welche sich mit Schwefel umkleidet.

Als Absätze von Schwefel aus W. sind auch wohl die Schwefel-Umbildungen organischer Körper zu erwähnen. Bei Teruel in Aragonien sind in den Schichten einer Süsswasserbildung Myriaden von Planorbis u. Chara in Schwefel umgewandelt.

An vielen Schwefelwässern bildet sich aus dem ausgeschiedenen Schwefel u. den Erden, theils mit Hülfe von Organismen, die im Abflusse vegetiren, eine schlammartige Masse. Zuweilen ist es ein nur wenig verunreinigter Schwefel, z. B. hielt der Schlamm aus einem Abflusse zu Baden bei Wien in 240 Th. 216 Th. Schwefel. Der Schlamm von Lubien enthält etwa $^3/_4$ Schwefel. Dies W. soll aschgrauen Schwefel in Sandkorngrösse auswerfen. Die Gegend enthält viel Gyps. Der Absatz der Therme Bullicame zu Viterbo enthielt (1853):

Schwefel	22,732	Chlorcalcium	,006
Kieselsäure	55,768	Schwefels. Kalk	,113
Organ. Stoff	21,037	Kohlens. „	,087
		Eisenoxydul	,237.

§. 161. Ausscheidung u. Bildung von Schwefeleisen aus dem Wasser.

In den Qu. von Abano, die auch etwas Eisen enthalten, beobachtet man mitunter ein zartes, schwimmendes, metallisch glänzendes Häutchen, das v. Andrejiewsky für Schwefeleisen hielt. An einer Qu. zu Aachen (wohl der Rosenqu.), dort wo sie aus der Gebirgsscheide zwischen jüngerer Grauwacke u. Uebergangskalkstein hervorsprudelt, hat man gegen 1810 Schwefelkies als einen dünnen, fest ansitzenden Ueberzug wahrgenommen, womit viele in der Qu. gelegene Stücke des Kalksteins, wie mit einer Vergoldung, um u. um bedeckt waren, so dass man die Natur des Steins vor dem Durchschlagen nicht erkannt haben würde. (Nöggerath in *Schweiggers Jahrb. f. Chem. XLIX; 1827). Auch erzählte Lausberg, dass, wie er mit Gimbernat im Rosenbade beobachtet habe, die Quellen hervorkämen zwischen bituminösen Kalkfelsen mit rhomboidalem kohlensaurem Kalke u. Schwefeleisen. Noch kürzlich sahen wir zu Burtscheid an einer 73° warmen Therme, deren Schwefelgehalt so gering war, dass er sich nicht durch Titriren nachweisen liess, diese Schwefelkies-Bildung. Die seit undenklichen Zeiten nicht geöffnete Qu. hatte in der Tiefe des Brunnens, dort, wo sie eintrat, eine Verkittung loser Theile des Kalkfelsen u. des hineingerathenen Bauschuttes erzeugt; wobei Alles mit einem Schwefelkies-Ueberzuge von etwa $^1/_2$ Millim. Dicke überzogen war. Das W. der Qu. enthält ohne Zweifel etwas Eisen, wie das einer benachbarten Therme. In der Ursprungsqu. zu Baden bei Wien bilden sich feine Schwefelkiese. Die W. von Neumarkt sollen zuweilen dintenschwarz von Schwefeleisen sein. Zu Nenndorf schwimmen in der grossen Qu. fast immer schwarze Flocken von Schwefeleisen umher. Mehrere Qu. in der Wallachei sollen nach Siller Schwefeleisen u. zwar bis zu $^5/_{10000}$ neben HS schwebend mit sich führen. Wenn dies richtig

---

als milchweissen Ueberzug; an vielen Stellen bildet es auch eine dünne vegetabilische Ueberkleidung. Der ganze Thalgrund ist 10′ hoch mit diesen Sedimenten angefüllt. Maier sucht das Absetzen des Schwefels durch die Gegenwart des Eisenchlorides im W. zu erklären.

ist, möchte es nur füglich aus einem Zusammentreffen eines Eisenwassers oder einer Eisenablagerung mit einem Schwefel-W. oder mit Schwefelgasen zu erklären sein.

In den Rinnsälen der Thermen von Aidipso setzt sich an Muscheln u. Knochen Schwefelkies an. Die Qu. von Chaudes-aigues treten nach Barlier aus Quarzgängen in Gneus u. Glimmerschiefer. Die Hauptqu. hat 88°. Es bildet sich nun vom Ursprunge derselben an auf 3 Meter in der Teichellage ein Niederschlag von Schwefelkies, der diese alle 3—4 Jahre verstopft. (Longchamp in Ann. de Chim. XXXII, 1826.) Nachdem man den Kanal erweitert hat, ist in 25 Jahren eine neue Quantität davon gebildet worden, wovon Blondeau eine Analyse gemacht hat. Er fand folgende Zusammensetzung: Schwefel 33,5, Eisen 41,0, Arsenik 25,5, der Formel $3(Fe\,S^2)$ $Fe\,Ar$ entsprechend.

Ein nicht geschwefeltes Sauerwasser von Brohl bildet Schwefeleisen auf den Krügen, wenn es mit organischen Stoffen in Berührung ist. Auch aus den Sulfaten des ursprünglich nicht geschwefelten Karlsbader W. kann sich Schwefelkies bilden (Becher Karlsb. II, 202, 207, *Tilling Karlsb. 1756, Vorr.). *) In der Therme von Plombières oder einem benachbarten Quellorte fand man Schwefeleisen in regelmässigen Oktaëdern.

Ueber die Bildung von Schwefelkies in M.Qu. s. Bischof in Schweiggers Journ. 64. B., 1832. Ueber Verkiesung organischer Formen s. unter Eisen.

§. 162. Oxydation des Wasserstoffs vom Schwefelwasserstoff. Schwefelanflüge aus Schwefelwasserstoff gebildet.

Wenn in den vulkanischen Fumarolen an freier Luft sich neben schwefeliger Säure u. unter Mitwirkung derselben aus *HS*-haltigen Dämpfen Schwefel abscheidet, so findet auch bei manchen Wässern, die *HS* abgeben, eine Ausscheidung des Schwefels aus dem *HS* der Dämpfe statt, u. zwar, wie es scheint, gewöhnlich ohne Bildung einer andern Oxydationsstufe des *HS* als die des Wassers. Während *H* sich zu *HO* oxydirt, bleibt der *S* unoxydirt. Es reicht der *O* also nicht aus zur Oxydation des *S*. Die angedeutete Zersetzung des *HS* findet nämlich unter Verhältnissen statt, wo nur ein beschränkter Luftwechsel möglich ist, vorzugsweise an den Decksteinen der wohl nicht hermetisch geschlossenen Quellen oder noch mehr

*) Im Granite des Schlossberges von Karlsbad findet sich fein zertheilter Schwefelkies; er begleitet den aus dem W. ausgeschiedenen kohlens. Kalk u. den gleichfalls aus dem W. stammenden Hornstein. (Seegen.) — Es darf hier wohl auch eine zufällige Bildung eines Schwefelmetalls erwähnt werden, das auch an einem ursprünglich nicht geschwefelten W. gefunden wurde, nämlich die von gut krystallisirtem Schwefelkupfer, das sich im Innern eines antiken Bronze-Hahns des römischen Dampfbades zu Plombières vorfand. An Blei hatten sich krystallinische Massen von kohlens. Blei gebildet. Zu Burtscheid dagegen bildet sich an den bleiernen Deckeln der Kanäle der Dampfbäder Schwefelblei, u. zwar findet dies an den nicht merklich geschwefelten Qu. statt. Doch gehört diese Bildung den Produkten der Dämpfe an, während hier mehr von dem im W. abgeschiedenen Schwefel Rede war.

an den obern Wänden der vom W. nicht immer ganz gefüllten Kanäle, wozu die Luft also Zutritt hat. *)

Unter bestimmten Verhältnissen braucht ein W. nur Minima von Schwefel zu enthalten, um mit der Länge der Zeit Schwefelsublimate zu bilden.

Diejenigen heissen Qu. von Burtscheid, welche bis vor Kurzem als ganz ungeschwefelt galten, weil sie gar nicht nach *HS* riechen u. einen rein weissen Bleiniederschlag geben, setzen dennoch in den Kanälen Schwefel an. Von mehreren dieser scheinbar schwefelfreien Qu. habe ich Schwefelsublimate, theils in ansehnlicher Menge zu Gesicht bekommen u. weiss namentlich von einer bedeutenden Menge Schwefel, die in den Kanälen der heissesten, fast 75° warmen Qu. gefunden worden ist. (Als der Deckstein dieser Qu., der undenkliche Zeiten darüber gelegen hatte, vor einigen Jahren gebrochen war, fand ich an der untern Seite desselben, besonders in der Nähe eines Risses, einen Schwefelanflug, der sich freilich auch durch Hülfe der vom Strassenpflaster eindringenden organischen Substanzen aus den Sulfaten der an den Wänden sich hinaufziehenden Flüssigkeit gebildet haben könnte.) Die spontanen Gase der Qu., worin bisheran kein *HS* gefunden worden ist, scheinen bei dem bedeutenden Schwefelansatze in den Kanälen gar nicht haben mitwirken zu können. Man ist auf das in sehr geringer Menge vorhandene Schwefelnatrium (mit nur 0,00029 Z.T. Schwefel) angewiesen, wenn man nicht an eine nachherige Bildung von Sulfür aus den Sulfaten des W. denken will. Diese Qu. gibt täglich aber schon 177 K.M. W., worin etwa 5 Gramm Schwefel sind; so erklärt es sich, wie im Laufe vieler Jahre sich leicht einige Loth Schwefel sublimiren können.

An den Thermen der W. von Baden im Aargau, worin Löwig keine Spur *HS* nachweisen konnte, obwohl *HS* auch in den spontanen Gasen sein soll, bildet sich ebenfalls Schwefel. In ähnlicher Weise entstehen auch an den kaum unter die Schwefel-W. gezählten Euganeïschen Thermen, namentlich die von Abano, Schwefelsublimate.

Diese W. sollen zwar nach Schwefel riechen, aber der Analyse nach keinen enthalten. Gräfe beschreibt die Schwefelanflüge, welche sich wohl über dem jetzigen W.-Spiegel bildeten. Als er einige der krummen, meist nur Gase u. W.-Dampf aushauchenden, kaum 1 Zoll im Durchmesser haltenden natürlichen Röhren des felsharten, viele Fuss mächtigen Kalksinters anhauen liess, traf er in communicirenden Nebenhöhlchen ganze Conglomerate hellstrahlenden, reinen, ohne allen Rückstand verbrennlichen Schwefels, dessen zarteste Atome er in dem M.W., aus welchem er entstanden war, vergebens suchte. — Köstl erwähnt den sublimirten Schwefel, der sich an den Qu. von Abano bildet u. macht über den Temperatur-Grad, welcher zu dessen Bildung nothwendig ist u. über seine Krystallform folgende Bemerkung: „Um diese Art krystallisirten Schwefels in hölzernen oder steinernen Gefässen, welche über die, Schwefeldämpfe ausschickenden Mündungslöcher des Hügels von Abano gestellt werden, zu erhalten, bedarf es einer mässigen Wärme; denn in den W.-Leitungen, wo das W. nicht sehr heiss ist, u. nur an der Mitte der Gefässe setzt sich der Schwefel an. Der Abaner Schwefel stellt sich unter der Form von sehr kleinen, aneinander gehäuften Oktaëdern dar u. gibt sich so nur unter einer guten Loupe zu erkennen". (Euganeen, 1843, 129.) Zecchinelli gewann den Schwefel in Menge dadurch, dass er Steine an die Oeffnungen der Qu. legte, u. sie den Dämpfen, keineswegs aber dem W. selbst aussetzte. Falloppius sammelte Schwefel an den Euganeïschen Thermen, Vandelli (1758) über 1 Pfund, Mandruzzato an den Qu. von Abano u. Mont Irone mehr als 6 Pfund. **)

---

*) Ob unter Umständen auch die organischen Formen, die sich in den Kanälen bilden u. zersetzen, von Einfluss auf die Abscheidung des Schwefels oberhalb der Wasserfläche sind, ist noch nicht gehörig erforscht. Der Schwefel selbst enthält jedoch höchstens nur Spuren von organischer Substanz.

**) In dem Säuerling Niedernau wird „unter Zutritt von einer verkohlbaren Materie", die als Bergöl bezeichnet wird, über dem W. Schwefel in Menge

Dagegen gibt es auch starke Schwefel-W., die keine Schwefelanflüge bilden u. zwar ist dies bei den meisten W. der Pyreneen der Fall; wohl einfach darum, weil sie beim Mangel von CO^2 keinen HS abgeben. Doch kommen hier Ausnahmen vor, deren Grund noch nicht klar ist. *Filhol fand an der obern Grottenqu. zu Luchon fast ganz reine Schwefelkrusten bis zu 2 Centim. Dicke. Auch zu Ax kommen Schwefelanflüge vor.

Der aus dem HS der W. abgeschiedene S bildet selten grosse Massen. Vor allen andern Schwefelqu. ist in dieser Hinsicht die Kaiserqu. von Aachen ausgezeichnet.

Diese in einem viereckigen gemauerten Brunnen von mehreren Fuss Durchmesser aufsteigende Therme war bis vor ein paar Jahren mit einem Deckstein versehen, der ehemals sehr selten, nur vor gekrönten Personen u. allenfalls einem Chemiker zu Ehren, abgehoben ward. Nach *Blondel (1688) hingen, wenn der Stein während vieler Jahre (z. B. während 20 Jahre) nicht aufgehoben worden war, mehrmals ein paar Centner des reinsten Schwefels demselben an. Als man 1808 die Qu. öffnete, fand man, wie *G. Reumont erzählt, die ganze Fläche theils mit kleinen, schön glänzenden achtseitigen Krystallen, theils mit mehr oder weniger formlosen Massen Schwefels dergestalt inkrustirt, dass die Summe des gesammelten Schwefels über 100 Pfund betrug. Behutsam löste man eine Säule ganz reinen, krystallinischen Schwefels, 6 Pfund schwer, ab u. sandte sie zum Pariser naturhistorischen Museum. Aus ungefähr derselben Zeit stammt eine Menge von Aachener Badeschwefel, den eine hochbejahrte Person, welche einige Jahre Mietherin des Bades war, noch als einen Schatz aufbewahrt, u. den ich neulich mir vorzeigen liess. Es mochten dies wohl an 100 Pfund sein. Dieser Schwefel war übrigens nur ein Antheil der ganzen Masse u. von demselben war auch schon verkauft worden *). Bis ich diese grosse Menge von Schwefel sah, glaubte ich nicht, dass er je centnerweise am Decksteine der Kaiserqu. gehangen habe; jetzt muss ich mit Monheim darin übereinstimmen, „dass der Schwefel in so grosser Menge gewonnen werde, dass es wahrhaft das grösste Staunen erregt.“ Die Kaiserqu. brachte in damaliger Zeit 65330000 Kilogr. W. jährlich mit herauf, worin etwa 270 Kilogr. gebundenen Schwefels sein mochten. Es ist aber nicht dieser Schwefel, sondern der in den spontanen Gasen in höchst geringen Mengen vorhandene, wovon sich jährlich doch mehrere Pfunde als Sublimat ansetzten.

Auch die andern Aachener Schwefelthermen bilden Schwefelanflüge; weniger die Burtscheider. (S. oben.)

Der Aachener Schwefel setzt sich, wie Springsfeld u. Lucas schon anmerkten, öfters auf einen Ueberzug von Gyps an, aber auch ohne eine solche Unterlage. Die unter dem Dampfbade des Neubades angebrachte Höhlung, in deren Grunde W. der Kaiserqu. fliesst, ist mit einem gelben Ueberzuge bekleidet. Vorzugsweise belegen die Schwefelsublimate aber die Wände u. Decken der Kanäle u. der Quellen oberhalb des Wasserspiegels. Der schon bei Abano gemachten Bemerkung, dass der Schwefelanflug einen mässigen Grad von Wärme erfordere, schliesst sich eine ähnliche über Aachen an: „Silentio praetereundum non est“ sagt Springsfeld (Iter med. ad therm. Aquisgr. 1748) „singularem et quasi medium requiri gradum caloris, sub quo flores hi se adplicant et condensantur. Si enim orificio in canali facto, superinstruitur vas quoddam cavum, satisque altum, sive ligneum, sive lapideum; tunc neque in ingressu ubi caloris gradus maximus est, neque in fine huius instrumenti, ubi fere evanescit, sed in medio adhaerent flores, evidenti documento, temperato calore vapores sulphurei tantum condensari, sicuti a Dno Heusch,

---

abgesetzt, der nach Siegwart Kohlenstoff oder doch eine verkohlbare Materie enthält. Hängt diese von der Einwirkung der aus HS entstandenen SO^3 auf die hölzernen Wände des Kastens ab, oder von einer Zersetzung eines Kohlenwasserstoffs?

*) Man verkaufte im vorigen Jahrhunderte den Aachener Badeschwefel zu 1—3 Imperialthaler. Er wurde besonders zu Moffat, einem englischen Bade, gebraucht. Man nahm davon bis zu einer halben Unze Abends ein.

Aegidii filio, qui multiplici et vario hoc tentavit et comprobavit exemplo, edoctus fui.“ Jedoch scheint diese Meinung keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen zu können.

In die Kanäle, worin man den Schwefel anzutreffen pflegt, wenn sie eine längere Zeit nicht geöffnet worden waren, gelangt gewöhnlich nicht bloss frisches Thermal-W., sondern auch gebrauchtes u. zersetztes.

Weniger massenhaft bildet sich der Schwefel an den Qu. zu Baden im Aargau, wovon ich eben schon sprach.

Gimbernat fand 1825, als die Granitplatte, welche die Qu. im Hinterhof*) verschlossen hatte, aufgehoben wurde, dieselbe mit krystallinischen Schwefelblumen bedeckt, die getrocknet 4½ Pfund wogen, u. als man 1828 nach dem gewohnten Umlaufe von 10 Jahren die Hauptqu. öffnete, traf man sie mit einer Menge lockern, pulverigen Schwefels bedeckt, der sauer reagirte, u. beim Destilliren eine kleine Menge Kohle zurückliess. Der Behälter der Hauptqu. ist 5′ breit, der Deckstein etwa 1′ von der Oberfläche des W. entfernt. Minnich fand im J. 1844 unter dem heissen Stein über 12 Pfund Schwefel, der sich in 4 Jahren gebildet haben soll; die Deckel anderer Qu. hatten Ueberzüge von mehreren Linien Dicke. Nach Hess soll sich mehr Schwefel in den Zuleitungen der Qu. des kleinen Steins, als in denen der Qu. des heissen Steins finden. Wie *Wetzler sagt, findet er sich in den zuleitenden Teicheln von Ennetbaden alljährlich in Menge.

Auch an den Deckeln der nach Schwefel riechenden Thermen von Baden bei Wien bilden sich »Schwefel-Stalaktite«. —

G. Bischof beschrieb (Schweiggers Journ. f. Chem. LXVI, 1832, 136) den Aachener Schwefel wie folgt. „Derselbe war grösstentheils pulverförmig, doch auch noch theilweise in derben Stücken, leicht zerreiblich, leicht u. von blassschwefelgelber Farbe (fast wie der aus einer Schwefelleber niedergeschlagene Schwefel) u. hatte hier u. da schwarze Punkte auf der Oberfläche. Letztere war sinterartig gebildet, löste sich concentrisch schalig ab, u. zeigte auf dem Bruch ein ausgezeichnet faseriges Gefüge, die Fasern rechtwinklich gegen die schalenförmigen Absonderungen gerichtet. In kleinen Quantitäten war eine weisse, stark durchscheinende krystallinische Substanz in kleinen Blättchen u. scheinbar unvollkommenen Krystallen in Partieen von mehreren Linien Grösse dem Schwefel eingewachsen. Alle Stücke schienen indess sichtbar diese Substanz nicht zu enthalten. — Der Schwefel, im Wasserbade getrocknet, u. nachher in einer Glasröhre bis zum Schmelzen erhitzt, entwickelte nur einen schwachen Hauch von Feuchtigkeit, welches beweist, was ich schon früher (dies. Ztschr. XXXXIII, 392 ff.) dargethan habe, dass auch dieser natürlich präcipitirte Schwefel kein Hydrat sei. Als ich von diesem Schwefel in einer kleinen Retorte abdestillirte, blieb im Bauch ein schwarzer Fleck zurück; ebenso beim Abbrennen desselben auf einem Platinlöffel. Dieser schwarze Rückstand färbte Papier, wie Holzkohle. Während des Schmelzens in einer Glasröhre entwickelte sich ein schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff, hierauf aber ein empyreumatischer Geruch nach einer organischen Materie....“

Wie ich mich noch neulich vergewisserte, reagirt der Aachener Schwefel, selbst wenn er 50 Jahre der Luft ausgesetzt gewesen, nicht sauer u. enthält, wenn er sehr rein ist, nur eine kaum merkbare Spur von Kalk u. Schwefels., u. war nach einer Prüfung mit Jod frei von unterschwefligs. Salzen. Die von Bischof erwähnten schwarzen Punkte sind meistens nicht vorhanden. Er ist, wenn auch faserig, nicht immer deutlich krystallinisch, sondern compakt u. zerfällt bei Berührung in ein äusserst zartes Pulver. Schon mit blossem Auge sieht man Fäserchen an den Rändern wie einen Flaum hervorstehen; unter der Loupe zeigt sich die ganze Masse oft als ein Gewirr höchst feiner krystallinischer Fäden. Zwar sah ich auch einen aus festen kleinen Krystallen bestehenden Schwefel, wie ich einen solchen von Burtscheid vor mir habe; doch möchte ich von diesem nicht behaupten, dass er sich

---

*) Das Badewasser des Hinterhofs riecht nach *HS*, nicht das der Verenaquelle. Blankes Silber wird im W. u. im Dampfe gelb (*Wetzler). Die Analyse erwähnt keinen *HS*.

über der Wässerfläche gebildet hat; er ist auch mit Sandkörnern vermiseht. Hier sind es schon fast greifbare Kryställchen, die aber so miteinander verwachsen u. so unregelmässig erscheinen, dass man keine bestimmte Form angeben kann.

Lucas beschreibt 1750 den Schwefelanflug, den er nicht als Sublimat, sondern als ein Produkt ansieht, in folgender Weise: „Whenever the vapor of the thermal waters of Aken are long confined, especially in vaults composed of brick and mortar; there a kind of stalactite first covers the surface of the wall, and this in time is followed by another covering, which begins like an hoar frost, with its surface like that, spangled with little bright, shining crystals. This gradually increases, till it comes to the thickness of an inch, two of more, if it be not interrupted in its growth. Its color is a paler yellow, than that of ordinary sulphur or its flowers; still preserving it's shining spangles. Its consistence is soft and pultaceous, not unlike that of the magistery or precipitate of sulphur before drying, to the touch. But, when it dries, it's color becomes much paler, not very remote from that of sulphur precipitate; whose consistence, when dry, it also emulates. However, it greatly loses the brilliancy of its little frost crystals, and upong breaking, it appears, as if it were lamellated and striated, like a petrification or a calculous concretion; so that the strata, by which it increased, may be discovered: yet, it is striated or radiated transversly throughout, in the manner of fused sulphur."

Löwig hat mit dem Schwefel von Baden im Aargau einige Versuche vorgenommen. „Dieser Schwefel reagirt schwach sauer, u. bei abgehaltener Luft destillirt, hinterlässt er einen höchst unbedeutenden, kaum 0,1 Procent betragenden kohligen Rückstand. Weder durch Oxydation mit Königswasser, noch durch Umwandlung in Chlorschwefel u. Auflösen desselben in Wasser konnte einerseits durch schwefeligsaures Kali Selen, noch andererseits durch Schwefelwasserstoff Arsenik abgeschieden werden. Ist der Schwefel aus Schwefelwasserstoff abgeschieden worden, so ist eine Verunreinigung mit diesen Stoffen auch nicht denkbar; nur im Falle Selen u. Arsenik als Wasserstoff-Verbindungen zugegen gewesen, u. daher gleichzeitig durch Oxydation mit dem Schwefel abgeschieden worden wären, hätte eine solche vorkommen können."

Die Absonderung des Schwefels aus dem *HS* kann zwar auf mehrfache Weise vor sich gehen. Es ist aber wohl als Regel anzunehmen, dass eine Einwirkung der atmosphärischen Luft, die sich durch die Kanäle u. sonstigen Oeffnungen einschleicht, zu dieser Abscheidung nöthig ist. An ein eigentliches Sublimiren des isolirten Schwefels ist keinenfalls zu denken.

„Interessant ist" sagt Löwig (1837) „das Vorkommen der grossen Menge Schwefel an solchen Stellen, wo nicht nachgewiesen werden kann, dass atmosphärische Luft mit dem Gasgemenge in Berührung komme. Als die Qu. im Staadhof geöffnet wurde, fand ich den Deckel unmittelbar über der Qu. mit den schönsten Schwefelblumen bedeckt, u. es konnten sehr deutlich kleine Krystalle bemerkt werden. Die Qu. war fest verschlossen. Unmittelbar über derselben befindet sich ein gut schliessender Deckel, auf demselben befindet sich eine Lage Schutt, u. auf diesem ist eine steinerne Platte fest aufgemauert. Von Aussen konnte daher keine Luft durch die Bedeckung dringen. Aus der Qu. fliesst das W. durch eine kleine Rinne in den 5—6 Fuss davon entfernten Sammler. Denselben Weg haben auch die sich entwickelnden Gase zu nehmen. Das W. füllt die Rinne ganz aus. An ein Eindringen der Luft aus dem Sammler oberhalb der Qu. kann daher auch nicht gedacht werden, selbst dann nicht wohl, wenn das Wasser die Rinne nicht ganz einnimmt, wegen der fortwährenden Entwicklung von Gas, dessen Tension durch die höhere Temperatur des W. gesteigert ist. Ich glaube daher annehmen zu müssen, dass die grösste Menge Schwefelwasserstoff, welche ursprünglich im Gase enthalten ist, schon zersetzt wird, noch ehe Wasser u. Gas zu Tage kommen, durch Einfluss von Sauerstoff, dass der abgeschiedene Schwefel zum Theil mechanisch mit fortgerissen wird, u. sich beim Freiwerden des Gases an feste Substanzen sublimirt." Die Annahme einer Sublimation ist jedoch gewagt, so lange der Zutritt der Luft von aussen, wenn auch nur durch Diffusion mit den Gasen im Brunnenraume, nicht absolut

unmöglich ist. Löwig scheint aber diese Unmöglichkeit nicht behaupten zu können, denn er sagt (p. 85) „Luft könnte blos durch den Abflusskanal, dem Laufe des W. u. des Gases entgegen über die Qu. gelangen." Der Abflusskanal ist also nicht immer ganz durch W. abgeschlossen.

§. 163. Unterschwefligsaure Salze.

Die unterschwefelige oder dithionige Säure, S^2O^2, ist eine hypothetische, nicht allgemein angenommene Verbindung, deren Salze (z. B. NaO, S^2O^2) darstellbar sind.

Hiller, der für O u. S doppelt so grosse Mischungsgewichte annimmt, als die Aequivalente sind, für den das Natronsulfat also N^2O, SO^3 oder mit Verwerfung der Binärtheorie N_2SO_4 ist, betrachtet das unterschwefligs. Natron als ein durch Schwefel umgewandeltes schwefligs. Natron [Na_2SO_3 u. $S{=}N_2S(O_3S)$; für die Schreibweise mit gewöhnlichen Aequivalenten würde dies also NS, SO^3 sein] u. nennt das Natronsalz Natriumsulfosulfat. Man könnte also diese Verbindung fast als Schwefelnatrium mit Schwefels. betrachten, in welche Theile sie auch beim Erhitzen übergeht.

Wenn Jod auf gelöstes unterschwefligs. Natron einwirkt, so wird demselben die Hälfte Natrium entzogen zur Bildung von NaJ, u. in der Lösung bleibt eine hypothetische Verbindung NaO, S^4O^5, tetrathionsaures Natron, welche aber von Hiller als Mononatriumsulfosulfat bezeichnet wird [$Na_2S\,(O_3S) + J{=}NaJ + NaS\,(O_3S)$]. Cf. S. 240.

Die meisten unterschwefligsauren Salze (Hyposulfites) sind nicht schwerlöslich. Ihre Lösung wird an der Luft nach u. nach zersetzt; es scheidet sich S ab u. in der Lösung befindet sich Sulfat. S^2O^2 kann man also wie eine Uebergangsstufe zur SO^3 betrachten. Dennoch haben die unterschwefligs. Salze eine gewisse Beständigkeit, welche der höhern Oxydationsstufe, der SO^2, nicht in dem Grade eigen ist. Insofern kann man auch erwarten, dass sie in Schwefelwässern vorkommen.

Mit starken Säuren in Berührung zersetzen sich diese Salze unter Abscheidung von S u. Bildung von schwefeliger Säure ($S^2O^2{=}S{+}SO^2$).

Die unterschwefligs. Salze entstehen durch Oxydation eines Schwefelmetalls an der Luft (§. 154; z. B. wenn Schwefelkies sich an der Luft zu oxydiren beginnt), aber auch durch Einwirkung schwefeliger Säure auf Schwefelmetall unter Abscheidung von S. Sowohl in den Fällen, wenn HS-reiche Gasströme ein warmes W. durchziehen, welches kohlens. Alkalien oder Erden gelöst oder suspendirt hält, als wo umgekehrt Kohlens. ein warmes W. mit Schwefelalkali oder Schwefelcalcium zersetzt, bildet sich unterschwefligsaures Salz. Solches soll nach Buchner's Versuchen, freilich in höchst geringen Mengen, sich selbst da bilden, wo HS massenhaft durch Lösungen von Chlornatrium, Jodkalium, schwefels. Natron oder Kali strömt.

Fuchs u. Buchner wiesen unterschwefligs. Natron im (gekochten!) W. einer Schwefelqu. zu Schweighof nach. Henry fand es im Rückstande des W. von Enghien (Pharm. Centralbl. 1837). Im W. von Erdöbenye soll unterschweflige Säure vorkommen. Ebenso im W. von les Ponts u. la Prese (ziemlich viel).

Hermann gibt von der Alexanderqu., einer Therme des Kaukasus, an, dass sie neben viel HS noch 0,035 unterschwefligs. Natron enthalte;

Fellenberg fand im Schwarzbrünnli zu Gurnigel 0,08 Kalkhyposulfit. Im W. des Brunnens von Grenelle soll nach Peligot 6,4 % des Salzgehaltes ein unterschwefligs. Salz sein. *)

Die Bildung der unterschwefligs. Salze geschieht aber meistens wohl erst, wenn die W. an die Luft gekommen sind, aus dem Schwefelmetall. Während das zu Luchon an der Qu. geschöpfte W. kaum eine Spur unterschwefeliger Säure enthielt, war diese im Bade-W. ohne Concentration leicht wahrnehmbar. Filhol wies darin nicht blos unterschwefelige Säure, sondern auch schwefelige nach. Er berechnet die Menge des schwefligs. u. unterschwefligs. Natrons, welches in einem Bade von 300 Liter zu Luchon (theilweise mittels Zumischung von kaltem W. bereitet) enthalten ist, auf 1,03—3,6 Gramm. Vgl. S. 240.

§. 164. Oxydation des Schwefels vom Schwefelwasserstoff zu Schwefelsäure. Pneumatolytische Metamorphosen der Gesteine.

Diese Umbildung geschieht schon in gewöhnlicher Temperatur, wenn HS in kohlens. Kalk geführt wird, der hier wohl als poröser Körper wirkt. Wenn Dumas durch eine Röhre, worin feuchte Leinwandstücke waren, einen Strom von HS leitete, so bildeten sich, wenn die Wärme auf 80—90° gehalten wurde, schon nach 15—20 Stunden merkliche Mengen von Schwefelsäure u. bei einer längern Fortsetzung des Versuchs zeigten die feuchten Leinwandstücke eine deutlich saure Reaktion. Es verwandelt sich demnach der mit Luft gemischte HS unter dem Einflusse einer erhöhten Temperatur u. eines porösen Körpers allmälig in SO^3. Auch schon bei 50° fand diese Umwandlung statt. (Annal. de chim. 1846, XVIII, 502—508.) In den Solfataren kann man die verschiedenen Umwandlungsprodukte des HS, abgeschiedenen Schwefel, schwefelige Dämpfe, Schwefels., Sulfate, alle nebeneinander beobachten. Ganz ähnliche Erscheinungen gehen im kleinen Maassstabe an einigen Schwefelthermen vor sich. In einer Höhle auf der vulkanischen Insel Milo, worin eine heisse, reiche Schwefelanflüge liefernde Qu. emporkommt, zeigt sich eine saure Flüssigkeit, die aus dem Thon- u. Talkschiefer Eisen, Kupfer u. Thonerde auszieht u. eine Art Federalaun zurücklässt. Die ätzend saure Flüssigkeit wird als blutstillendes Mittel dort gebraucht.

Die Wände der Badeanstalten zu Aix in Savoyen sind zum grössten Theile von Kalkstein, welcher sich sehr bald mit Gypskrystallen bedeckt u. endlich so zerstört wird, dass man bereits an einigen Stellen genöthigt gewesen ist, den Kalkstein durch ein anderes Baumaterial zu ersetzen; auch die eisernen Theile an den Thüren werden so schnell angegriffen, dass man statt derselben kupferne Angeln anwenden muss. Die Leinwandvorhänge in den Bädern werden sehr bald mit Schwefels. imprägnirt, so dass, wenn man dieselben nicht öfters auswäscht, sie endlich ganz zerfallen. Dennoch enthält

*) Eine im Bezirke von Pozzuoli fliessende Therme soll gar „in 1 Pfunde" 4,063 unterschwefels. Natron haben (Harless Heilqu. Ital. 1848, 170); es muss wohl unterschwefligs. Natron heissen.

weder das W. von Aix, noch der Dampf desselben Schwefels., welche sich also aus HS bilden muss. Despine konnte 100 Gramm Schwefelsäure in den Bädern von Aix sammeln. An der Oberfläche der Felshöhlen, woraus die Alaunqu. hervordringt, bemerkt man Stalaktite, die aus ganz weissem schwefels. Kalk, zuweilen mit etwas Thonerde- u. Eisen-Sulfat, bestehen. Die dortige Schwefelqu. setzt an den Wänden der Grotte, der sie entströmt, einen mehrere Linien dicken milchweissen porösen Ueberzug ab, in dem man einzelne krystallinische Nadeln von saurem stark adstringirenden Geschmack u. auf der Oberfläche einen gelblichen Anflug bemerkt. Die ganze Masse ist ein dem Federalaun ähnliches Tripelsalz, bestehend aus:

Schwefels.	Thonerde	33,3
»	Magn.	11,7
»	Eisen	8,5
Wasser		46,5.

Der Felsen, auf welchem sich die Masse absetzt, besteht aus kohlens. Kalk, etwas kohlens. Magn., Thonerde u. viel eingesprengtem Schwefelkies. (Bonjean.)

Schon *Fantono hat die sauren Krusten in der Höhle der Schwefelquelle zu Aix sehr gut beschrieben. Die Säure, welche an einigen Stellen so stark war, dass sie die Zähne abstumpfte u. Papier, worin die weichen Kalkkrusten aufbewahrt wurden, zerfrass, war in der Nähe des Sprunges (u. zugleich eines Fensters) am stärksten. De aqu. gratianis 1738.

Zu Baden in Oesterreich erzeugen sich aus dem Dunste des Schwefelwassers am Plafond, an den Wänden u. Fussböden häufig Salzkrystalle, »Badener Salz«. Die Wände werden vom Dunste angefressen; von denselben fallen ätzende, die Farbe u. die Stoffe der Kleider zerstörende Tropfen, die unter dem Namen der sauren Tropfen bekannt sind (*Rollet, Baden 1838).

*Cranz (1772) beschreibt denselben Vorgang. »Der Vordertheil des Ganges, der zum Kessel führt, ist wunderlich zerfressen u. zerfallen, man sieht nicht ohne Verwunderung den sonst so dauerhaften Steinkitt u. die von Natur harten Steine zu Staub zermalmt; unter diese vermischen sich weissgraue Erhärtungen eines salzigten, sehr bittern u. widrigen Geschmacks.« Nach ihm finden sich die sauren Tropfen in der Höhle, dem ausgehöhlten Eingange zum Gewölbe u. im Gewölbe selbst u. fallen auch von den Decken der andern Warmbäder herunter.

*Schenk bestimmte die freie Schwefels. dieser sauren Tropfen. Er fand in 20 Wien. K.Z. der Flüssigkeit (63,125 Gran schwefels. Baryt oder) 21,35 Gran freier u. gebundener Schwefels., die noch 12 Gran kohlensäuerlichen Natrons zur Sättigung bedurfte, anderentheils schon mit 1,8 Natron, 3 Magn., 3,25 Kalk saturirt war.

Das gelblich weisse, nadelförmig krystallisirte Badener Salz besteht nach der Untersuchung von Joss aus 37,7 Schwefels., 8 Thonerde, 7,34 Eisenoxyd, Schwefelatomen u. wenig fremder Beimischung. Die sauren Dämpfe treffen hier an den Wänden einer, durch einen Stollen der Luft zugänglichen Höhle auf ein eisenschüssiges Thongestein u. bilden so eine Art Eisenalaun mit überschüssiger Schwefelsäure.

An den Thermen von Aachen hat man das Vorkommen freier SO^3 zwar noch nicht sicher nachgewiesen, obwohl Mehreres darauf hindeutet.

Besonders werden, wie dies eben auch von der Qu. zu Aix bemerkt worden ist, gewisse Metalle von den Dünsten des Aachener Schwefelwassers stark angefressen. Die Kalktünchung wird davon mehr als von gewöhnlichen Wasserdünsten verdorben. *)

Nicht minder hat man auch beobachtet, dass von der Schwefelsäure, welche zu Aachen aus dem *HS* der Dämpfe erzeugt wird, schwefels. Kalk gebildet werde. **)

Als neulich das alte Kaiserbad abgetragen wurde u. man dabei einen grossen Abflusskanal (zugleich Kloakenkanal) eröffnete, der seit vielen Jahrhunderten bestand, war das ganze Gewölbe desselben in der Nähe des Bades mit einer Schichte von Gyps bedeckt. Diese Ueberkrustung war an vielen Stellen bis zu mehreren Centimetern dick; sie hing mit dem Mörtel enge zusammen u. war theilweise zwischen diesen eingedrungen. Sie war aus kleinern u. grössern, ineinander gewachsenen, mehr oder minder beschmutzten Krystallen gebildet. Die grössern Krystalle waren ein paar Centimeter gross. Es war dies das Resultat einer mehrere hundert Jahre fortgesetzten Oxydation des *HS* u. der Einwirkung der gebildeten SO^3 auf den Kalk des Mauerwerks.

Die Suffioni in Toscana, heisse mit etwas *HS* geschwängerte Dämpfe, haben den umgebenden Kalkstein gleichfalls in Gyps verwandelt. Im Kalkstein Siciliens liegen bedeutende Gyps- u. Schwefel-Ablagerungen, besonders concentrirt in der Linie von Centorbi nach Cattolico, also in der Verbindungslinie des Aetna mit der vulkanischen Insel Pantellaria; sie sind gewiss das Resultat langwieriger u. reichlicher Exhalationen von *HS* früherer Zeiten.

Aehnliche Incrustationen wie zu Aix sollen auch an dem kalten Schwefelquellen von Enghien beobachtet worden sein.

Zu Baden-Baden an den Wandungen des Gewölbes der Hauptqu.. die nur mit dem Dampfe in Berührung kommen, fand Gugert eine schwarze kompakte Masse von 2—3″ Dicke, die nach einer von ihm vorgenommenen chemischen Prüfung aus reinem Kohlenstoff bestand. Ich fand einen ähnlichen,

---

*) „All the iron works about the baths and sourees of the springs and likewise those of lead, are greatly eorroded, and are, in tim eentirely dissolved; the former into a vitriolie substanee, of a sweetish but austere taste, and the latter into a soft, friable, blaekish substanee. All the rooms of the particular baths, when washed with white lime, immediately become discoloured, and attraet a salt, which answers to all the qualities of vitriolated tartar. In all the vaults, where this vapor was long confined, especially those about the great souree, I observed the walls were inerusted over with a kind of a delicate white but small stalactite, like a light frosting; and in some parts, with a saline efflorescence, espeeially where there were any soft fissile stones.“ (Williams Aix la Chap. 1772.)

**) Kortum schreibt (1798) darüber Folgendes: „Aus dem Dunste des Aachener W. setzt sieh ein Anflug von wahrem krystallisirtem Gyps nahe über dem W. an Orten, wo der Dunst des W. eingesehlossen ist, an unebene steinigte Oberflächen, vorzüglieh in den Kanälen des Kaisers- u. neuen Bades, welche das W. der grossen Qu. in die Bäder leiten, an die unebene Oberfläehe der Ziegelsteine, am meisten da, wo die Ziegelsteine aneinander gefügt sind.“ *Lausberg (1810) beriehtet, dass man an einer Leitung der Kaiserqu. sehr schöne Gypskrystalle ohne den mindesten Schwefelanflug antraf.

aber ganz dünnen, schwarzen, sauer reagirenden Ueberzug an der untern Seite eines Decksteins an einem Kanale zu Burtscheid; hier hatte sich gewiss aus dem Dunste des kaum geschwefelten Thermalwassers Schwefelsäure gebildet, wovon wohl die dort entstandenen mikroskopischen Organismen verkohlt worden waren. *Lansberg (1810) hat an der Aachener Kaiserqu. eine ähnliche Beobachtung gemacht. Er fand fast in der Mitte einer Leitung auf dem Kalksteine eine weiche dicke schwarze, sehr sauer schmeckende Materie.

§. 165. Spontane Quellgase der Schwefelquellen.

Die grosse Auflöslichkeit des *HS* ist Ursache, dass in den Gasen, welche spontan aus den Qu. in Blasenform entweichen, sehr selten ein grösserer Antheil von *HS* vorhanden ist. *) In vulkanischen Gegenden mögen W. vorkommen, aus denen fast unvermischter *HS* aufsteigt; in nicht vulkanischen Erdstrichen ist so etwas sehr selten. **) Viele Schwefel-W., namentlich die der Pyreneen, entwickeln sogar fast reinen *N*.

Die Menge des in den spontanen Gasen entweichenden *HS* ist meist sehr gering, z. B. 0,5 % der Gase zu Abano, 1,5 % zu Baden im Aargau (nach Fontan). ***) Die spontanen Gase der untern geschwefelten Qu. Burtscheids halten nach alten Analysen 0,1—0,2 % an *HS*; Fontan fand bei einer Qu. 1 %.

Wie verschieden die Mischungen der spontanen Gase der Schwefelquellen sein können, zeigt folgendes Tabellchen, worin 3 Thermalwässer u. 2 kalte Qu. figuriren.

In 100 Th. der spontanen Gase:	Aachen Kaiserqu.	Tivoli.	Meskoutin.	Harrogate.	Harrogate Andere Qu.
N	66,98	30,72	2,5	56,72	99,91
O		2,77			
CO^2	30,89	64,86	97,	3,28	,09
HS	,31	1,65	,5	Spur	Spur
Grubengas	1,82			40,	
Temperatur	46°	23°	95°?	9	5,5

*) Es ist hier nicht die Rede von den secundären Ausdünstungen der Schwefelquellen, die alle nach *HS* riechen u. ihn also auch enthalten, freilich oft nur in geringer Menge.

**) Zu St. Barthélemy bei Grenoble soll aus einer Qu., die aus einem grauen, an Kalk anstossenden Thonschiefer entspringt, *HS* in Blasen hervorkommen; wenn hier nur keine Verwechselung von *HS* mit Kohlenwasserstoff vorgegangen ist.

***) Löwig fand in den spontanen Gasen dreier Qu. ausser einer Spur *O* nur CO^2 u. *N*, von jener ca. 33, von diesem 66; wogegen Fontan CO^2 23, *N* 76 gefunden haben will. Die Qu. riechen wenigstens nach *HS* u. setzen an den Decken der Einfassungen auch Schwefel ab.

§. 166. Schwefelwasserstoff vulkanischer Herkunft.

Bei den Vulkanen spielen Schwefelgase gewöhnlich eine bedeutende Rolle. Besonders sind die Aushauchungen schwefeliger Dünste, schwefelige Fumarolen, als Nachwirkungen vulkanischer Eruptionen bekannt. Dergleichen Exhalationen machen sich an gewissen Stellen durch die Ablagerung von Schwefel bemerklich; solche Stellen heissen dann Solfataren oder Schwefelfelder.

Die Gase u. Dämpfe der Solfataren setzen Schwefel an die Gegenstände ab, womit sie in Berührung kommen. In der Solfatara von Pozzuoli, einem vulkanischen Thale in der Terra di Lavoro bei Neapel, sieht man an den vorspringenden Gesteinen Tropfen condensirt, die, von den Dämpfen in kreisende Bewegung gehalten, sich mit einem Schwefelanfluge bedecken. Der Thalkessel ist 1000′ lang, 650′ breit. Der Boden scheint hohl zu sein. Der Rand wird von Lava u. Asche gebildet. Die herumstehenden Felsen sind kreideweiss. Breislac fand die Fumarolen siedend heiss. Sie kommen noch gegenwärtig, wie zu Strabo's Zeiten (V, 246), mit starkem Rauschen hervor. Puteoli erhielt diesen Namen eben wegen seiner vielen Schwefelgruben (putei). Auf der Südwestseite soll zur Zeit der Hohenstaufen einmal sogar Lava ausgebrochen sein. (Quenstedt Epochen d. Natur, 799.)

Junghuhn fand in einer kraterähnlichen Stelle des Pakkuodjo auf Java aus hunderten Oeffnungen Dämpfe hervordringen, von welchen das umher befindliche Gestein mit Schwefelkrystallen besetzt wurde; auch fand sich hie u. da compakter Schwefel. Besonders kamen diese Dämpfe, u. zwar vorzüglich zur Regenzeit, aus einer Kluft, wo bis 91°6 Hitze herrschte. (Schmidts Jahrb. L, 292.)

Die Fumarolen, welche der Soufrière auf Guadeloupe, einem vulkanischen Kegel von etwa 5000′ Höhe, entströmen, bestehen besonders aus W.-Dampf von ca. 95°, welcher eine grosse Menge Schwefel mit sich führt, der sich in den Spalten u. Klüften krystallinisch absetzt. (Ch. St. Claire Deville in Bull. géol. VIII.)

Sublimirter Schwefel setzt sich in der Stufe von Lipari am Ende der Dampfkanäle an. (Senebier.)

Nöggerath lenkte neulich die Aufmerksamkeit auf die unverkennbare Solfatara von Kalinka bei Altsohl in Ungarn, in welcher ein Schwefelbergwerk seit 15 Jahren betrieben wird u. wo jährlich 525 Centner Schwefel durch Destillation der schwefelführenden Gebirgsart gewonnen wird. Es befindet sich dieses Bergwerk in einem Gebirgskessel, von hohen Trachytbergen umschlossen, welcher an seinem obern Kranze einen Umfang von 2000 Lachter haben mag. Die vom Bergbau durchfahrenen Massen bestehen aus zersetztem Trachytconglomerat, mit gediegenem Schwefel, Gyps etc., überhaupt den Produkten einer Solfatara. Auch doppelt Schwefelmangan ist darunter. Der Schwefel kommt theils als orangegelbe u. durchsichtige Abart vor. An ein paar Stellen des Bergwerkes herrscht noch eine Temperatur von etwa 25° u. 50°.

In den Solfataren kommt nun der Schwefel für sich oder in irgend einer Verbindung, insgemein als *HS* hervor. Wohl gewöhnlich hat sich zum *HS* auch CO^2 gesellt, zuweilen auch *N* u. *H*.

1) Fumarolen mit weit vorwaltendem Schwefelwasserstoff. Das aus dem W. der als Acqua bollente bezeichneten Lokalität auf Vulkano entweichende Gas ergab bei Analyse an Ort u. Stelle: *)

---

*) Das in Glasröhren verwahrte Gas, es mochte ursprünglich auch noch so viel *HS* besitzen, liess nach längerer Aufbewahrung keine Spur desselben mehr erkennen, indem es sich durch Einwirkung des feuchten Sauerstoffs in W. u. Schwefel zersetzte, wobei mehrmals eine gleichzeitige Bildung von schwefliger Säure beobachtet wurde.

	am 7. Juli 1856		am 9. Juli 1856
HS	82,8	83,1	89,6
CO^2	9,8	6,4	2,5
N	6,8	9,8	7,9.
O	,6	,7	

Eine feststehende Mischung gibt es hier also nicht.

2) Fumarolen mit vorwaltender Kohlensäure. Deville untersuchte die Ausströmungen verschiedener Fumarolen der kleinen Solfataren von Pozzuoli an Ort u. Stelle. Er fand, ausser $O+N$, an Volumenprozenten:

	1	2a	2b	2c	3a	3b
HS	1,8	1,8	2,7	0,8	16,5	56,3.
CO^2	7,5	2,5	16,5	4,3	32,4	

Die Gase wechseln also sehr nach Ort u. Zeit.

Hierher gehören auch die isländischen Wasserstoff-haltigen Fumarolen mit vorwaltender Kohlensäure.

1) Von Krisuvik. Enthält 82,3 % W.-Dampf, 17,7 % Gase. Täglich entweichen hier wohl 223 Kilogr. HS u. 12 Kilogr. H.
2) Aehnliche Quelle.
3) Dampfstrahl aus einem Schlammkessel, 1/4 St. von 2).
4 u. 5) Gase aus kochenden Wassertümpeln der Krisuviker Solfataren.

Volumina	1	2	3	4	5
CO^2	87,43	88,24	79,07	88,54	86,92
HS	6,6	6,97	15,71	1,79	3,28
H	4,3	4,1	4,72	7,87	8,36
N	1,67	,69	,5	1,8	1,44. *)

Ein künstlicher (?) Dampfstrahl aus dem dampfenden Schlammboden bei Reykjalid war ausgezeichnet durch grossen Reichthum an H (25 %), HS (24) neben CO^2 (30) u. etwas N.

3) Wasserstoff-haltige Fumarolen mit vorwiegendem Stickstoff. Das Gas aus dem Fumarolenboden des grossen Geysers enthält nach Bunsen

HS	0,38
H	6,59
CO^2	8,92
N	84,11 Vol.-Prozente. **)

Ueber Fumarolen mit Salzsäure, schwefeliger Säure, Ammoniak ist an anderen Stellen Rede.

§. 167. Schwefelige Säure, SO^2.

Aequivalent 32. Das Anhydrid der schwefeligen Säure ist 32mal schwerer als Wasserstoff u. enthält 2 Vol. O mit 1 Vol. Schwefelgas auf 2 Vol. condensirt, an Gewicht ebenviel O als S. Es wird auch wohl Schwefeldioxyd genannt. Die schwefelige Säure ist bei einer Temperatur unter -10^0 ein Gas, welches vom W. in grosser Menge absorbirt werden kann. Die Absorptions-Coëfficienten desselben sind bei 10^0 51,38, bei 40^0 17,01, so dass also selbst in einem W. von 40^0 sich das 17fache Volumen des W. auflösen wird. Sie übertrifft also ihr Analogon, die CO^2, Carbondioxyd, bei weitem an Auflöslichkeit in W.. Wenn 1 Volumen W. nur 1 Vol. SO^2 gelöst hielte, so würden 10000 Gr. W. schon 28,5 Gr. schwefelige

---

*) Bei 1 u. 2 ist die Summe der Volumina von $HS+H$ ungefähr gleich 1/8 der CO^2. Bei 3) betragen HS u. H fast 1/4 von der CO^2.

**) In chemischen Werthen bilden zufällig CO^2 u. H fast genau 1/6 vom N.

Säure enthalten. Die grosse Auflöslichkeit der SO^2 zeigt sich schon daran, dass die in W. geleiteten Blasen beim Aufsteigen sichtlich kleiner werden.

Schwefelige Säure erzeugt sich bei der Verbrennung des Schwefels oder des HS, ferner durch Einwirkung gewisser Metalle auf SO^3, auch wenn erhitzter W.-Dampf über Gyps geleitet wird.

Schwefelige Säure hat einen eigenthümlichen Geruch, woran sie leicht erkannt wird.

SO^2 zeigt eine sehr grosse Verwandtschaft zum O u. wandelt sich deshalb an der Luft sehr rasch zu SO^3 um.

SO^2 bildet neutrale u. saure schwefligsaure Salze, von denen die meisten leicht löslich sind (Sulfites). Das saure Natronsalz verwittert an der Luft u. gibt SO^2 ab; neutrales schwefligs. Natron zersetzt sich an der Luft zu schwefelsaurem. (SO^2 wird dabei zu SO^3.) Ebenso wird es in wässeriger Lösung oxydirt zu schwefels. Natron.

Die schwefelige Säure ist als kräftiges Desoxydationsmittel bekannt. Doch ist die Verwandtschaft des O zum S nicht so stark, als zum H; denn SO^2 gibt an H unter gewissen Verhältnissen O ab; wenn nämlich SO^2 mit $2\,HS$ zusammenkommt, so bildet sich Wasser u. scheidet Schwefel aus, $2\,HO+S^3$. Diese Wirkung der SO^2 zeigt sich am auffallendsten auf den vulkanischen Schwefelfeldern, den Solfataren, wie sie in Italien (bei Pozzuoli zwischen Rom u. Tivoli, bei Civitavecchia u. Tolfa, bei Nocera u. Gualdo, am Bracciano-See, bei Santa Fiora im Sienesischen, am Aetna), ferner in Island, auf Java, auf den kanarischen Inseln u. anderwärts vorkommen. Hier wird durch die schwefelige Säure, sonst einem Desoxydationsmittel, eine Zersetzung bewirkt ($SO^2+2\,HS=2\,HO+S^3$), die in ihren Resultaten ähnlich derjenigen ist, welche HS durch den O der Luft für sich allein erleidet ($HS+O=HO+S$). Wenn SO^2 schon unterirdisch im W. mit HS zusammengetroffen wäre, würde dieselbe Zersetzung stattgefunden haben. In den Solfataren findet aber auch neben jener gegenseitigen Zersetzung von SO^2 u. HS, anderwärts die Oxydation der SO^2 zu SO^3 u. die Bildung von Sulfaten statt.

Wirkt SO^2 auf NaS in Lösung, so bildet sich unterschwefelige Säure unter Abscheidung von S; $3\,SO^2+2\,NaS=2(S^2O^2,\ NaO)+S$.

Fumarolen mit schwefligsaurem Gase. Die sauren Fumarolen, welche aus Spalten glühender Vesuvlava wasserfrei entwichen, enthielten nach Deville ausser dem nicht weiter berücksichtigten Salzsäuredampf etwa 0,03—0,64 % Vol. schwefligs. Gas. Andere von Vertiefungen des Vesuvs entweichenden, an W.-Dampf sehr reiche Fumarolen enthielten ausser atmosphärischer Luft mit einigem Abgang an O *) noch 0,3—2,6 % Vol. schwefligs. Gas. Die Gase aus flammenden Fumarolen vom Vulkano ergaben 0,17—3,91 % schwefligs. Gas, u. die aus nicht flammenden Fumarolen sogar 69,6—84,2.

Bunsen untersuchte die Exhalationen, welche in Island auf die vulkanischen Katastrophen folgen. Er fand darin nie Kohlenwasserstoff oder Kohlenoxyd, sondern neben vorherrschendem W.-Dampf nur CO^2, HCl, HS, S, SO^2 u. freien H, als fremde Substanzen N, O u. Ammoniak. Cf. S. 58.

---

*) Nach Deville u. Leblanc ergaben die W.-Dampf, Salzsäuredampf u. schwefligsaures Gas haltenden Fumarolen ein Gemenge von N mit weniger O (17,6—20,78 %) als in der atmosph. Luft (20,9%) vorkommt. Die grösste Fumarole der Solfataren am Vesuv, die mit heftigem Brausen u. unter starkem Drucke hervorbrach, bestand sehr vorwaltend aus Wasserdampf, welchem ein Gasgemisch aus N 61,4, O 14,5 u. 24,5 schwefeliger Säure beigemischt war; dem Gewichte nach

Die Bildung der schwefeligen Säure leitet Mulder von einer Zersetzung der Schwefelmetalle durch W.-Dampf unter Bildung von *HS* ab, welcher in der Glühhitze in *H* u. Schwefeldampf zerfalle. Dort wo die Wärme sich auf Rothgluth erniedrige, wirke Schwefeldampf auf W.-Dampf ein u. es bilde sich dann *HS* u. SO^2. Vgl. Mulder über Schwefelgase in Vulkanen u. Solfataren in Scheikund. Verhandelingen, II, 1859, 68—76.

Die schwefelige Säure der isländischen Fumarolen soll sich nach Bunsen durch das Zusammentreffen von Wasserdampf, Schwefel u. erhitztem Pyroxengestein bilden, wobei Eisenoxyd seinen Sauerstoff theilweise dem Schwefel überlässt (schweflige Säure) — erste Periode — u. das zurückbleibende Schwefeleisen eine Quelle von *HS* wird, der bei einer die Glühhitze wenig übersteigenden Wärme zerfällt u. freien Schwefeldampf u. Wasserstoff bildet. Ist die Temperatur niedriger, so bilden sich nur Schwefel u. Wasserstoff aus dem *HS*, der aus den Schwefelmetallen durch Wasserdampf entstand — zweite Periode —. Erschöpft sich die Qu. der schwefligen Säure u. der *HS*, so hört die saure Reaktion auf u. die alkalische beginnt, es bilden sich Schwefelalkalien u. durch Einwirkung der CO^2 alkalische Bicarbonate, Lösung der Kieselerde, Aufbau der Geysir — dritte Periode —. Endlich bleibt nur der Ausfluss der CO^2 übrig — vierte Periode.

Ich möchte es mir nicht versagen, eine lebhafte Schilderung, welche Bunsen von den Solfataren Islands entwirft, mitzutheilen. „Aushauchungen von schwefeliger Säure, Schwefelwasserstoff, Schwefel u. W.-Dampf durchbrechen hier in wilder Unordnung den heissen, aus Palagonittuff bestehenden Boden u. breiten sich weit hin über die dampfenden Schwefelfelder aus, welche in Folge der Zersetzung des Palagonits u. jener Gase untereinander in steter Fortbildung sind. Die Gas- u. Dampfausbrüche nehmen auf diesen Flächen, deren trügerische Schwefel- u. Thondecke der Beobachter nur mit Vorsicht betreten darf, um nicht in den heissen Schlamm zu versinken, den verschiedenartigsten Charakter an. An den Gehängen der Berge, wo ein festeres Gestein ihrer weitern Ausbreitung eine Schranke entgegengesetzt, dringen sie aus Klüften u. Gesteinsspalten in Gestalt mächtiger Dampfstrahlen brausend u. zischend, oder wenn der Schall an den Vorsprüngen unterirdischer Höhlungen sich bricht, mit wahrhaft brüllendem Getöse hervor. Wo sich dagegen das Quellsystem mehr nach der Thalsohle in dem lockern Tuffgebirge hinabzieht, gewahrt man siedende Schlammpfuhle, in welchen ein widerlich blauschwarzer Thonbrei zu ungeheuren Blasen sich auftreibt, die bei ihrem Zerplatzen den kochend heissen Schlamm oft an 15′ hoch emporschleudern u. in kraterartigen Wellen um die Quellenbecken aufhäufen. Alle diese Erscheinungen bilden in ihrer Gesammtheit ein Bild der wildesten Verwüstung, das an schauerlicher Oede nur von der finstern Gebirgsnatur übertroffen wird, welche diese Schauspiele umgibt.“

In Siebenbürgen dauert die vulkanische Thätigkeit noch im Büdös fort. Es ist dies eine höhlenartige Spalte im Alaunstein, woraus ein starker, 11°5 warmer Strom von CO^2 u. angeblich unterschwefliger (wohl schwefliger) Säure ausströmt. Die Wände dieser Höhle sind mit Schwefel messerrückendick u. auch mit Kochsalzblüthen bedeckt; das in der Höhle abtröpfelnde W. enthält Schwefels. u. wird vom Volke als Augenwasser gebraucht. In der Nähe des Büdös sind noch mehrere Spalten, so dass auf eine halbe Meile im Umkreise die Gase sich dem Geruche bemerklich machen. Die Erde um den Büdös-Berg enthält an 8 % Schwefel. Nach anderer Nachricht ist der Büdös-Hegy, d. i. stinkender Berg, ein Trachytkegel, der heisse Schwefeldämpfe ausstösst, die das Gestein in Alaun umwandeln. Am Fusse des Berges quellen mehrere eisenreiche Schwefelquellen u. im ganzen Districte sind am Fusse des Gebirges „schwefelige Stahlquellen“, noch häufiger aber kohlensaure.

N 85,96, *O* 62,4, *S* 39,2, genau doppelt so viel *N* + *S* als *O*. Compt. rend. 1856, t. 43, 745.

Uebrigens muss man bei solchen Gasmischungen, die einem vulkanischen Heerde entsteigen, keine Beständigkeit erwarten. Zu verschiedenen Zeiten nach dem Beginne eines Ausbruches können die Emanationen eine verschiedene Mischung haben. (Deville.)

Auf der Solfatara von Pozzuoli bildet sich vorzugsweise Alaun, wenig Eisensulfat, auch trifft man schwefels. Kalk u. Arsen, auch wohl Salmiak. Spallanzani spricht (*Voy. I, 65 u. 128) von der Zersetzung der Laven in der Solfatara, welche nach ihm etwas von der Erde ab grösser als dicht an der Erde ist. „A la Solfatara la lave se blanchit tous les jours par le renouvellement continuel de cet acide; la partie argilleuse se change en alun, elle s'effleurit et les eaux l'entrainent.“

Während in den Solfataren von Krisuvik u. Reykjalid der Palagonittuff zu Thon umgewandelt wird, entstehen gleichzeitig Gyps u. Schwefel. Der Gyps bildet im Thone theils isolirte, bis zollgrosse Krystalle, theils Schichten u. stockförmige Einlagerungen. Der Schwefel bildet stellenweise sehr ausgedehnte Ablagerungen.

In der Solfatara von Frattochie-Colonna, wo zahlreiche Schwefel- u. Eisenqu. u. viele Gasströme den Boden durchbohren, bildet sich im Sommer ein flechtenartiger Ueberzug, der aus einem wasserreichen Salze besteht. Von Commaille analysirt zeigte er sich bestehend aus:

Schwefels. Natron	315,5	(Natron	137,65)
„ Kalk	4,85	(Kalk	2,3)
Saures? schwefels. Eisenoxydul	180,88	(Eisenoxyd	95,2)
„ „ Thonerde	158,38	(Thonerde	50,2)
Freie Schwefels.	6,02	(Schwefels.	389,8)
Schwefel	30,		30,
Wasser	239,5		239,5
Organisches, Verlust			64,87.

[Auf 44,4 Aequ.-Werthe Natron kommen 22,5 andere Basen u. auf 66,9 Basis fast das Anderthalbfache, nämlich 99,3 Schwefels. u. (daraus reducirter?) Schwefel.]

Bei den Auflösungen, welchen der Boden der Solfataren ausgesetzt ist, muss aber nicht blos die Wirkung der schwefeligen Säure u. der Schwefels., sondern auch die des *HS* beachtet werden.*)

Sainte Claire Deville hat die Veränderungen untersucht, welche die Gesteine der Soufrière von Guadeloupe durch *HS* u. Wasserdampf erleiden. Aus seinen Untersuchungen zeigt sich, dass von allen Bestandtheilen ausser Thonerde etwas weggeführt wird, am meisten aber von der Kieselsäure. Vgl. S. 159.

In Qu., die in der Nähe thätiger Vulkane entspringen, soll sich schwefelige Säure finden (*Bischof Geol.). Ein See auf Java enthält ausser freier Salz- u. Schwefelsäure auch schwefelige Säure. Doch weist die Analyse in den mit Hülfe vulkanischer Kräfte gebildeten See'n schwefelige Säure meistens schon nicht mehr nach. Aehnlich wird es sich mit den Salzqu. längs der Küste der Sinaihalbinsel verhalten, die *S* absetzen u. nach SO^2 riechen sollen. Wegen ihrer schnellen Zersetzung, namentlich mit dem *HS*, wird diese Säure in den Wässern meistens nur spurweise vorkommen. In der Analyse einer Qu. von Piätigorsk von Fritsche (1854) wird 0,026 schwefligs. Natron angegeben, während Herrmann (1829) 0,035 unterschwefligs. Natron gefunden haben soll. *Filhol will im Bade-W. von Luchon nicht blos unterschwefelige Säure, sondern auch schwefelige nachgewiesen haben u. zwar

---

*) Wurde Pulver des isländischen Palagonits mit W., welches mit *HS* gesättigt war, erhitzt, so lösten 10000 Th. W. auf, ausser 1,175 Kiesels., an Sulfhydraten von Calcium 2,748, von Magnium 0,727, von Natrium 0,438, von Kalium 0,41 (Bunsen). In dieser Lösung ist in äquivalenter Hinsicht Kali fast so stark vertreten wie Natron, Magnesia doppelt, Kalk mehr als sechsmal so stark; obwohl im Minerale diese Substanzen in ganz andern Verhältnissen vorkommen, namentlich Magnesia im Uebergewicht ist.

in merkbarer Menge. *) Auch Henry bemerkt, dass bei gewissen Thermen der Pyreneen im Baryt-Niederschlage sich zuweilen Spuren von Sulfiten fänden, deren Säure von Borax aufgenommen würde. In Wässern, worin kein *HS* u. kein Schwefelmetall ist, dürfte die SO^2 auch wohl in etwas grösseren Mengen vorkommen. Vgl. S. 167. Ich weiss aber keine Analyse eines solchen W. anzugeben; nur die eines einem Vitriolwerke entnommenen W., nämlich das W. vom Rhonauer Bade, worin nach einer alten Analyse, ausser schwefelsaurem Eisenoxydul 1,82 u. freiem Schwefel 5,2, noch 8,2 Z.T. schwefeliger Säure sein sollten.

Dass diese Säure sich an Schwefelwässern über dem W.-Spiegel bildet, glaubt Filhol durch folgendes Faktum begründen zu können. Als man das mehrere Jahre geschlossen gewesene Reservoir der untern Grotte zu Luchon, welches durch Ritzen dem Luftzutritte ausgesetzt gewesen war, öffnete, fand sich ein Theil des Mörtels oberhalb des W.-Niveaus an der Oberfläche in eine ziemlich bedeutende Schicht von gelatinöser Kieselsäure verwandelt.

Als Wässer, die ihren mineralischen Gehalt der Oberfläche verdanken u. deren Bildung unter Mitwirkung schwefeliger Säure vor sich geht, sind die Alaun-haltigen u. mineralsauren See'n u. Bäche der Vulkane auf Java merkwürdig. Die See'n liegen sämmtlich in den Becken noch dampfender Krater **) u. die Bäche fliessen entweder durch Krater, die nicht beckenförmig sind, hindurch oder sind der Abfluss der genannten See'n. Beide haben ihren Ursprung in atmosphärischen Niederschlägen u. sind bei ihrem Eintritt in den Krater reines W.. Die Bäche winden sich brodelnd u. zischend zwischen Hunderten von schwefelbeschlagenen Dampfröhren hindurch u. treten oft in sie hinein, während der Spiegel der See'n an vielen Stellen von den Dämpfen in scheinbar kochende Bewegung gesetzt wird. Die Dämpfe bestehen aus W., *HS*, hauptsächlich aber aus schwefeliger Säure, welche zuweilen erst einige Fuss über dem Boden als Dampf sichtbar wird. Durch die Zersetzung des *HS* entstehen Beschläge u. im W. Absätze von *S*, der sich in Form von Blumen oder Krystallen, aber, wie es scheint, selten in Masse ansetzt. Eine von Maier analysirte Schwefelmilch, die sich aus dem W. des Bodas gebildet hatte, enthielt 76 % *S* neben verschiedenen andern Bestandtheilen. Die schwefelige Säure, sowohl vor als nach ihrer Umwandlung zu Schwefels. an der Luft, zuweilen vielleicht von Salzs. begleitet, zersetzt den Trachyt, dessen Hauptmengtheil der Feldspath ist. Es bilden sich also Alaunarten, die man an vielen feuchten Stellen der Krater findet, wozu der zersetzte Trachyt die Thonerde liefert. Die Untersuchung eines solchen Alauns wies ihn als Magnesia-Alaun aus. Der zurückbleibende Theil des Gesteins u. der mitgeführte Schlamm bildet auf dem Boden dieser Seeen einen weissen Ueberzug, theilweise auch wohl Thonerde-Absatz aus dem W., der bald als Kieselerde, bald als Alaunerde, bald als kieselsaure Alaunerde bezeichnet wird.

Die Mischung dieser W. wechselt sehr nach der Menge der atmosphärischen Niederschläge, nach der Lufttemperatur, nach der Art u. der Menge der Fumarolen u. den Stellen, wo diese heraustreten. Bekanntlich zeigen diese in ihrem Erscheinen viele Veränderlichkeit.

Es sind hier vorzüglich folgende Wässer namhaft zu machen:

1) Brodelnde kleine See'n u. Schlammpfützen am Tankuban prau. In der nahen Solfatara Kawah Badak strömen bis 103° warme, saure Dämpfe aus.
2) See im Kawah Patua; kalt, ohne sichtbare Dämpfe, sauer adstringirend.
3) Tjiwidai, ein Bach, der an einem Krater beginnt, in dessen Umgebungen bis auf 1000′ Entfernung eine Unzahl von Löchern mit brausendem Getöse Dampf ausstösst. Die Hitze des Bodens geht bis 87°. Ein säuerlich

*) Setzt man eine Lösung von *NaS* an die Luft, so findet man nach Filhol darin später viel SO^3, wenig S^2O^2, kaum Spuren von SO^2.

**) Die See'n, welche die ausgebrannten Krater füllen, sind süss.

adstringirender heisser Schlamm explodirt aus künstlich (mit einer Stange) gemachten Oeffnungen. Der Dampf riecht nach HS; seine Säure hat den Sandstein halb zersetzt. Das nicht merkbar erwärmte W. des Bachs schmeckt schwach säuerlich.

4) Bach Panglesera. Hier ist eine Solfatara, ein Geyser, oder ein schlammiges saures W., das in regelmässigen Zwischenräumen (3/4—1 Min.) in tiefer Ruhe sich befindet u. dann mit einem stampfenden Geräusche durch die Dämpfe bis auf 10′ Höhe hinaufgetrieben wird, was wieder 2—2 3/4 Min. anhält. Auch sind hier fussdicke Lagen von Federalaun, von den sauren Dämpfen gebildet, dann eine Fumarole, welche an die Oberfläche der Gesteine eine graue, 1‴ dicke sehr harte Rinde ansetzt u. also Kieselsäure unter andern Bestandtheilen enthalten muss, u. welche einen Sprüh- u. Staubregen veranlasst.

5) Am Pepadajan trifft man schwefelige Sümpfe u. Schlammpfützen, welche brodeln, brausende Solfataren u. Fumarolen, Schlammvulkane, welche schleudern u. sprudeln, zischende heisse Qu., Alles auf einem kleinen Raume vereinigt. Die Dämpfe des Kraters theilen einem durchfliessenden Bache Wärme u. Säure mit.

6) See u. Bach Telaga-Bodas. In u. am See dringen schwefligsaure Dämpfe hervor, aus einer Oeffnung mit einem Geräusche wie beim Sturze eines Wasserfalls. Die Temperatur war in Wassertümpeln bis 71°; der See war im Allgemeinen nur 21° warm. Das Bachwasser, welches in den See fliesst, ist trinkbar, das ausfliessende alaunartig, wie das Seewasser. 18 Jahre vorher soll das W. so sauer gewesen sein, dass es Baumstämme verkohlte, 14 J. später roch das W. nach HS u. setzte S ab; es enthielt schwefels. Thonerde. Das W. der brodelnden Qu. u. Pfützen, jetzt nur 43°3 warm, enthielt noch freie Säuren.

7) Im Gebirge Dieng (Resid. Banjumas), 5765′ ü. M., liegt ein See Telaga-Leri, woran aus Hunderten von kleinen Löchern Thermen von 35,5—81° (1838) sprudeln. Fast alle sind milchigt trübe u. setzen Thonerde ab. Der ganze Grund des Kessels ist von Dämpfen durchwühlt. Alle Steine sind zerbröckelt u. in eine hellgraue thonige Erde verwandelt. Zwischen den Sprudeln dringt aus unzähligen mit S beschlagenen Löchern schwefelige Säure u. HS hervor. An andern Stellen dringt reiner W.-Dampf hervor. Ein Federalaun in Form von Schwämmen ist ein Magnesia-Alaun.

8) Bangu-Pait, Bach im Gebirge Idjen, nach Waitz viel schwefels. Thonerde enthaltend. Nach Leschenault hatte 1805 auch der See schwefels. Thonerde, freie Säuren, Chlor etc.. Der Idjen-See dampfte 1805 vor der Eruption; er scheint jetzt kalt zu sein.

§. 168. Schwefelsäure, SO^3.

Die Schwefelsäure besteht aus 16 Th. Schwefel u. 24 Th. Sauerstoff; ihr Aequivalent ist also 40. Kalisulfat je 87, Natronsulfat 71, Magnesiasulfat 60, Kalksulfat 68, Manganoxydulsulfat 75,6, Eisenoxydulsulfat ($FeO\ SO^3$) 76, Eisenoxydsulfat (Fe^2O^3, 3 SO^3) 66,67, Aluminiumsulfat (Al^2O^3, 3 SO^3) 57,07 enthalten 40 SO^3; dies gilt für die wasserfreien Salze.

Diese schwefelsauren Salze sind im Allgemeinen leicht löslich; am wenigsten löslich unter den genannten ist die schwefels. Kalkerde. Es wird später der Grad der Löslichkeit der einzelnen Sulfate angegeben werden.

Das W. hat fast überall Gelegenheit, Sulfate zu lösen; viele Sulfate, namentlich die von Natron, Magnesia, Eisen, kommen ja häufig fertig gebildet vor; besonders gilt dies vom schwefels. Kalke, der in grossen Massen in der Natur abgelagert ist. Für die Wässer, welche aus zersetzten Gesteinen ihre mineralischen Theile aufnehmen, ist der Gehalt der letztern

an schwefels. Kali u. Natron beachtenswerth. Kalisulfat, oder wenigstens Kali u. Schwefels., kommt oft in Gesteinen vor. *Struve erhielt durch kohlens. W. mit Hülfe von Compression aus Basaltstücken für 10000 W.: 1,09, ohne solche 0,497, aus Syenit mit Compression 1,543, ohne solche einmal 0,858, ein anderes Mal 2,174 schwefels. Kali gelöst. Natronsulfat lässt sich ebenfalls aus unzersetztem Gestein mit kohlens. W. ausziehen. *Struve bekam 0,4—2,09 davon für 10000 der Lösung aus Basalt, 0,29—0,42 aus Syenit. Alkalisulfate sind überhaupt ein häufiger Gemengtheil der krystallinischen Gesteine. Die Basalte aus der Umgebung des Laacher Sees u. im M.Qu.-Gebiete des Taunus, Feldsteinporphyr von Teplitz, Gneiss von Bilin, Granit von Karlsbad enthalten solche u. theilen sie den aus ihnen entspringenden Gewässern mit.

Wässer ohne oder mit wenig Schwefelsäure. Man ist im Stande mit Barytsalzen sehr geringe Mengen SO^3 nachzuweisen (nach Buchner 0,07 Z.T., nach Witting 0,05—0,1 Z.T.). Sehr selten möchte in gemeinen Wässern auch so wenig SO^3 noch nicht vorhanden sein. Man traf ja öfters schon im Regen so viel SO^3, dass man sie mit Baryt nachweisen konnte. Cf. §. 79. In den gewöhnlichen Flusswässern kommt gewöhnlich nicht unter oder über 0,02—0,2 vor. Lefort fand nie ein Süss-W. ohne Sulfate. Einzelne W. mögen jedoch immerhin frei davon sein. *) Cf. §. 13, 14 u. 82. Im Sauerwasser von St. Alban fand Lefort nicht die mindeste Spur SO^3.

In den Süsswasser-Thermen ist wohl selten weniger als 0,2 Z.T. Cf. S. 129. Das W. von Schlangenbad enthält nur 0,055 Z.T..

Einige Schwefelthermen, bei denen man eine geschehene Desoxydation der Schwefelsäure voraussetzen kann, sind höchst arm an SO^3; z. B. soll Labassère gar keine enthalten, Cauterets höchstens 0,072.

Die SO^3 kommt in den Wässern selbst neben Spuren von Baryt vor.

Bei dem häufigen Vorkommen von HS u. SO^3 an den Vulkanen könnte man vermuthen, dass die Quellen u. Kraterseeen erloschener Vulkane beständig, wenn nicht HS, doch viel Sulfate enthalten müssten. Doch ist dies nicht immer der Fall, wie die W. in den Umgebungen des Laacher See's u. dieser See selbst zeigen. Der Laacher See liegt offenbar in einem vulkanischen Krater u. ist in weiter Erstreckung von vulkanischer Asche (Trass), Lava (Mühlenstein u. Bimstein) umgeben u. hat mehrere ähnliche Kraterberge (Mosenberg, Gerolstein in der Eifel u. a.) zu Nachbarn. Dessen ungeachtet zeigen sich in diesem Gebiete des Laacher See's nirgend Spuren einer ehemaligen Solfatara. In keinem vulkanischen Produkte daselbst sind Spuren Schwefels zu finden. In den dortigen M.Qu. fehlt HS gänzlich u. der Schwefelsäuregehalt der M.Qu. nimmt ab, je mehr man sich dem See nähert. Der Laacher See selbst zeigt nur wenig Schwefelsäure. Da die vulkanische Asche noch reich an Schwefelsäure ist, so scheinen im Becken des See's die Sulfate mit der Länge der Zeit ausgewaschen zu sein. Vgl. S. 128.

---

*) Das W. in Christiania enthält eine fast verschwindende Menge von Salzen in Lösung, so dass es weder mit Chlorbaryum noch mit salpetersaurem Silberoxyd den geringsten Niederschlag gibt. Es enthält dagegen eine kleine Menge von Kieselsäure u. organischer Substanz gelöst. (*Strecker in Ann. d. Chem. 1855.)

Viele Sauerwässer sind sehr arm an Schwefelsäure, z. B. die Brohler Brunnen (mit Ausnahme des Heilbrunns), Malmedy, Spa *), Zaison. Buzias u. Heilstein sollen gar keine SO^3 enthalten; Flinsberg (alte Qu.) wie Liebwerda (Christianbrunn) nur 0,039, Krynica 0,043, Brückenau (Wernazqu.) 0,044, Bartfeld höchstens 0,05, eine Neuenhainer Qu., worin sich Spuren von Baryt finden, 0,055 (Casselmann), Homburg (neuer Kaiserbrunn 1856) 0,11, Fachingen 0,124, Neuenahr 0,066—0,129, Niederlangenau 0,134, Sinzig 0,13—0,15, Ems 0,13—0,24 (zu verschiedenen Zeiten in derselben Qu. nach Struve), Buchsäuerling 0,16, Chateldon 0,2 Z.T..

In andern Sauerwässern, z. B. Salzbrunn, Petersthal, Rippoldsau, Rohitsch, Kissingen, Marienbad, Franzensbad, ist die SO^3 mehr oder minder reichlich vertreten.

Dass einige Nicht-Säuerlinge sehr wenig SO^3 enthalten, kann gar nichts Auffallendes haben, insofern sie auch sonst stoffarm sind. Es hat z. B. Krankenheil ca. 0,13 SO^3, Sulzbrunn nur Spuren.

Merkwürdig ist das völlige oder fast völlige Freisein von Sulfaten bei einigen Salzwässern, z. B. Iwonicz, wobei gar keine SO^3 aufgeführt wird. Dass die Kreuznacher Elisenqu. keine SO^3 hat, mag sich aus der Gegenwart von einem Barytsalze (kohlens. Bar. 0,022—0,39) erklären. Beim Hubertusbrunnen fand ein Chemiker etwas schwefels. Kalk, aber keinen Baryt, der andere Chlorbaryum aber keine SO^3.

Wässer mit viel Schwefelsäure. Manche gemeine W. sind sehr reich an SO^3, namentlich an schwefels. Kalk. Es enthalten z. B. ein paar Brunnen auf dem Holzmarkte zu Köln 8 u. 21 Z.T. SO^3.

Von edlen Wässern enthalten SO^3: Karlsbader Sprudel 14,2, Franzensbad Neuquelle 17, Elster Trinkqu. 20,9, Uriage 22,4, Marienbad Kreuzbrunn 28,2, Mergentheim 37,5, Kissingen Bitterw. 68,4, Karlsthal 68,7, Roggendorf 69,7—73,4, Oeynhausen Bitterw. 77, Friedrichshall 77,8, Mergentheim concentrirtes W. 81,7, Galthof 82, Montmirail 96,4, Truskawice Ferdinandsqu. 103?, Ivanda 106,1, Saidschütz 117,6 (Berzel.), Ofen Hildegardsqu. ca. 135, Püllna 142, Unter-Alap ca. 145, Ofen Neuwerthsqu. 203, Birmenstorf 270 Z.T.. Die meisten dieser W. sind Bittersalz-W.; sie enthalten aber öfters zugleich auch andere Sulfate. Will man einen Vergleich mit Lösungen von Glaubersalz oder Bittersalz anstellen, so kann als fast genau angenommen werden, dass jenes $^1/_4$, dieses $^1/_3$ seines Gewichtes SO^3 enthält, dass also eine Lösung von 100 Z.T. SO^3=400 Z.T. Glaubersalz oder 300 Bittersalz gleichkommt; das wäre nur 1 Unze auf 24 oder 32 Unzen Wasser. Wässer mit 300 SO^3

*) In den Wässern von Spa fand *Limbourg 1756 selten eine Spur Schwefelsäure. *Bergmann sah auf Chlorbaryum sehr selten u. höchst langsam einen Minimal-Niederschlag erfolgen. Auch *Monheim traf zu zwei verschiedenen Zeiten im Pouhon nicht die geringste Spur. Nach *Fontan macht Chlorbaryum für sich das W. nur leicht opal. *Struve, Plateau, Martens konnten die Menge der Schwefels. bestimmen; in verschiedenen Qu. traf Martens freilich auch nicht über 0,01 schwefels. Natron, nur im Pouhon 0,13; Plateau erhielt bis 0,2 $NaO\ SO^3$, d. i. 0,11 SO^3. Auch Jones hatte schon Anzeichen von Schwefels. erhalten.

würden erst unsern gewöhnlichen officinellen Lösungen von 1 : 8—10 gleichwerthig sein.

Verschiedene Qu. desselben Quellortes, besonders wenn sie schwefels, Magnesia oder Kalk enthalten, gehen gewöhnlich im absoluten u. relativen Gehalte an SO^3 weit auseinander.

Die Summe der Aequivalentwerthe des Schwefels u. der Schwefelsäure bleibt sich bei mehreren Qu. desselben Ortes wohl nur ausnahmsweise gleich. So enthält die Cäsarqu. von Cauterets nach Filhol Schwefel 0,062, SO^3 0,011 Aequivalentquotiente (erhalten durch Division der auf 10000 bezüglichen Gewichtszahlen durch 1/10 der Aequivalentzahlen) zusammen = 0,073. Zwei andere von Filhol analysirte Qu. sind sehr ähnlich gemischt; namentlich ist die im Gesammtgehalte fast ganz übereinstimmende Espagnols auch in der Summe von S u. SO^3 fast ganz gleich; sie hat 0,0605 Aequ.-Quot. S u. 0,0124 SO^3, zusammen 0,0729; selbst die im Gesammtgehalte schwächere Pauze bleibt in Bezug auf diese Summe nur in so weit zurück, als auch ihr Gesammtgehalt zurücksteht, der zu dem der Espagnols sich wie 2,3 : 2,64 verhält; erhöht man die Zahl 0,0634 (von 0,0497 S u. 0,0137 SO^3), welche die Summe beider Stoffe in dieser Qu. ausdrückt, entsprechend, so erhält man wieder genau 0,0729! Darum muss man aber dieses Verhältniss der Summe von $S+SO^3$ zum Gesammtgehalte nicht überall erwarten.

Ein ähnliches Verhältniss der Summe von $S+SO^3$ findet in 2 Qu. zu Luchon statt. In der Qu. Azemar, einer der ergiebigsten u. wärmsten der vielen dortigen W., sind die Aequivalent-Quotiente wie unter I, in der Königinqu. dagegen wie unter II; in beiden macht die Summe von $S+SO^3$ 0,233.

	I	II	
Cl	,106	,111	
S	,133	,148	,233.
SO^3	,1	,085	

Relatives Verhalten der SO^3 zu andern Stoffen. Das Verhältniss von SO^3 zu Cl oder zu einem andern gleichzeitig gelösten Stoffe ist in den verschiedenen M.Qu. höchst verschieden u. zeigt, in Aequivalentquotienten ausgedrückt, sehr selten einfache Verhältnisszahlen. Es ist dies jedoch im Geyser-W. der Fall, wenn man es nicht für richtiger hält, den Werth des S zu dem der SO^3 zu addiren. Nach Damour (I) oder Sandberger (II) verhält sich nämlich $Cl : SO^3 = 2 : 1$, nämlich in Aequivalentquotienten:

	I	II
Cl	,4513	,4314
SO^3	,2251	,2122
S	,0225	,0226.

Gehen wir zu stoffreicheren Qu., so ist auch da wohl nur selten das Verhältniss der SO^3 zu einem andern Bestandtheile in den verschiedenen Qu. ein bestimmtes. Es trifft dies aber zwischen Cl u. SO^3 ziemlich zu in den 3 Qn. von Kissingen, die nach Liebig enthalten:

	Rackoczy	Pandur	Maxbrunnen	
Cl	38,994	36,245	15,004	
SO^3	6,187	5,726	2,472	oder
Cl	7,11	7,04	6,85,	

d. i. im Durchschnitt genau Cl 7 : SO^3 1.

Im Karlsbader W., namentlich im Sprudel, ist das Verhältniss von Chlor zu Schwefels. den Aequivalentquotienten nach fast genau 1 : 2. Nehmen wir die von Döbereiner ehemals gefundenen Werthe (I), oder die Struve'schen vom J. 1834 (II), die fast identisch mit den von Berzelius (1823) festgestellten sind, oder die von Göttl 1852 (III) oder die neuesten von Ragsky 1861 (IV), so kommen wir diesem Verhältnisse immer sehr nahe.

In 10000:	I	II	III	IV	
Chlor	1,626	1,793	1,944	1,754	Aeq.-Quotienten
Schwefelsäure	3,259	3,632	4,144	3,552	„ „

mit Ausschluss der weniger zuverlässigen Analyse III im Durchschnitt 1,724 : 3,481. II—IV beziehen sich auf den Sprudel, doch sind die andern Quellen ganz ähnlich gemischt, z. B. der Neubrunnen, der nach Ragsky's Zahlen Chlor 1,677, Schwefels. 3,382 gibt.

Dasselbe Verhältniss von Chlor : Schwefels. besteht in der Trinkqu. von Elster, welche nach Flechsig enthält Chlor 2,561,
Schwefels. 5,216 Aequ.-Quotiente.
Lege ich 4 Analysen von Stein von den dortigen salzreichen Quellen u. eine von Flechsig (Königsqu.) zu Grunde, so kommt freilich nur durchschnittlich 2,594 Chlor : 4,75 Schwefels. heraus; noch viel mehr sinkt die Schwefels. im Verhältnisse in den schwächern dortigen Quellen, auf $\frac{2,591}{3}$ Chlor nur $\frac{3,053}{3}$ Schwefels. (aus 3 Analysen berechnet).

Ungefähr tritt jenes Verhältniss auch in der Franzensbader Neuqu. auf, die nach einer neuen Analyse (von Göttl?)

Chlor	1,936	(nach Zempsch 2,056)
Schwefels.	4,251	Aeq.-Quot. enthält.

Fast ganz dieselbe Proportion, nämlich Chlor 1,364 : Schwefels. 3,02 herrscht in der neuen Loimannschen Quelle. Das Uebergewicht der Schwefels. steigt in der Wiesenqu. u. der Neuqu. nach 4 Analysen von Zempsch u. Wolf u. wird durchschnittlich 2,038 : 4,511.

Im Marienbader Kreuzbrunnen ist nach Kersten (I), Bauer (II) u. nach der neuesten Analyse von Ragsky (1858, III) das Verhältniss von Chlor zu Schwefels. dahin geändert, dass letztere noch mehr überwiegt:

	I	II	III
Chlor	2,479	2,742	2,913
Schwefels.	6,621	6,507	7,036.

Wenn das Verhältniss von Cl zu SO^3 nicht in einfachen Zahlen ausdrückbar ist, so kann es doch öfters — häufig ist es nicht der Fall — in verschiedenen Qu. desselben Ortes ein bestimmtes bleiben. Zu Warmbrunn z. B. traf Fischer das Verhältniss von Cl zu SO^3, welches von den Zahlen (Aequ.-Quot.) 0,12 : 0,336 ausgedrückt wird; die von Löwig analysirte neue Qu. hat dieses Verhältniss bewahrt (0,133 : 0,367). Im Gehalte sehr verschiedene Qu. desselben Ortes können gleichwohl ein ihnen allen gemeinsames gegenseitiges Verhältniss der Stoffe ziemlich treu bewahren, grade als ob die eine Qu. durch Verdünnung mit destillirtem W. aus der andern erzeugt worden wäre. Nehmen wir die heisseste Qu. Burtscheids (über 74°) u. eine davon weit entfernte nur laue Qu. zum Beispiel. Bei der Annahme, dass in beiden Qu. dieselben Verhältnisse der festen Stoffe obwalten, müsste nach der Analyse jener von R. Wildenstein u. nach seiner Bestimmung der SO^3 in der lauen Qu. der Abdampfrückstand 31,6 u. das Chlornatrium 21,7 sein; ich traf wirklich eine Zeit lang vorher für jenen 31,45 u. für dieses 22,01. (Dennoch könnte die laue Qu. aus der warmen nicht durch Verdünnung mit kaltem Regenwasser erzeugt sein, weil die Temperaturen im Verhältnisse viel abweichender sind, als die Summen der festen Bestandtheile, die sich wie 3 : 4 verhalten.)

Wässer mit freier Schwefelsäure. Es gibt verschiedene Umstände, unter denen das W. freie, nicht mit Basen gesättigte SO^3 aufnimmt. Die freie Säure kann sich theilweise oder ganz mit basischen Stoffen sättigen, wenn das W. auf seinem Laufe mit solchen oder mit deren Carbonaten in Berührung kommt.

Saurer Boden als Ursache freier Schwefelsäure. Mulder, über ein Stück Boden im Polder zu Rathe gezogen, worin nichts wachsen wollte, fand darin freie Schwefelsäure, welche er von einer Zersetzung des schwefels. Eisenoxyds durch Humusstoffe ableitet. Wurde dieses Salz in verdünnter Lösung einige Minuten mit Humussäure geschüttelt, so hatte sie alles Eisenoxyd verloren, während alle Schwefels. in der abfiltrirten Flüssigkeit geblieben war. Das schwefels. Eisenoxydul wurde langsamer zerlegt. In sogenanntem saurem Boden bildet sich aus den Sulfaten des Untergrundes Sulfür, namentlich Schwefeleisen, das sich zu schwefels. Eisenoxyd

oxydirt u. dann mit der Humussäure umsetzt, welche frei bleibt, wenn Kalk oder andere Basen nicht genug zur Sättigung vorhanden sind. Chem. der Ackerkrume II; 1861. Aus solchem Boden hervorgehende oder darin stagnirende W. können also wohl freie SO^3 enthalten.

An Schwefelkies reiche Schichten sind es vorzugsweise, welche dem W. die in ihnen durch den Zutritt der Luft erzeugte freie SO^3 mittheilen. Der fein zertheilte Schwefelkies oxydirt sich nämlich sehr leicht zu saurem schwefels. Eisenoxyd. So bildet sich nicht selten selbst in den Gruben, wo der Luftzutritt doch immerhin ein beschränkter ist, W. mit freier SO^3. Häufig sind darum Alaun- u. Vitriol-W. mit freier SO^3 versehen.

Ein von Buchner untersuchtes Alaun-W. hielt 2,86 Z.T. freier SO^3. Nach Schultes finden sich in den unterirdischen (Salz-?)Seeen der Gruben von Wieliczka Salz- u. Schwefelsäure frei. Als ein ferneres Beispiel kann auch das Grubenwasser des Amalienbades zu Königshütte (Rgbz. Oppeln) angeführt werden, welches seine Entstehung den Steinkohlenflötzen mit Lagen von Schwefelkies-haltigem Schieferthon verdankt. Cachlers Analyse ist schon alt u. wird in mehreren Varianten mitgetheilt; man sieht aber aus ihr, dass das W., was der Natur der Sache nach keine konstante Mischung haben kann, besonders freie Schwefels. (3), Eisenvitriol u. schwefels. Thonerde, auch Gyps, Mangan, Ammon, Kali etc. enthält.

Hierher gehören wohl auch: das Rio genannte laue W. von Eisengruben der Insel Elba, das besonders schwefels. Eisen u. Thonerde u. freie SO^3 enthält, u. die Acqua di Vigneria auf Elba mit denselben Bestandtheilen, auch ein kalter Bach: Latera del Mulino bei Viterbo auf alaunhaltigem Boden verlaufend, dessen nach HS riechendes, stoffreiches, schwefels. Eisen u. Thonerde enthaltendes W. sehr viel kohlens. Kali zur Saturation erforderte, dann die nahe Cercone-Qu., die neben HS Mineralsäure enthielt, die kalte HS- u. CO^2-haltige Acqua Puzzola di Pienza aus einem Krater eines Thonmergelhügels entspringend u. das saure W. von Biscia.

Ich will hier noch einige amerikanische M.W. mit freier SO^3 anreihen. Das stärkste derselben ist eine in der Nähe des Ontario-Sees in Canada zu Tuscarora entspringende Qu., deren Hauptsprung in einem alten Baumstamme zu Tage kommt, Kohlenwasserstoff entwickelt u. ein 13°3 warmes trübes W. gibt, welches bald mehr bald weniger Säure enthält (nach Croft u. Hunt 1845 u. 46). S. die Tabelle unter I, Anal. v. Hunt).

Ihr kommt Alabama Oak Orchard acid Spring (Grafsch. Genesee, unweit Medina) nahe; aber auch ihr Gehalt wechselt nach dem Wetter. Anal. von Erny u. Craw gegen 1849 unter II, a u. b.

Ueber III u. IV der Tabelle s. S. 285.

In 10000:	I	II a	II b	III	IV
Chlornatrium			,363		
Schwefels. Kali	,608	1,061	,822	,78	,64
„ Natron	,505	1,196	,945	2,38	1.1
„ Magn.	1,54	4,592	5,305	,77	,66
„ Kalk	7,752	11,065	11,161	2,85	1,88
„ Eisenoxydul	3,638	4,356	4,266	4,97*)	1,68*)
„ Thonerde	4,681	3,702	3,232	13,04	10,25
Salzsäure				8,17	,03
Schwefelsäure	42,895	20,122	20,07	4,85	5,22
Kieselsäure		,656	,684	3,06	3,06
Fester Gehalt	61,62	46,75	46,85	40,8	24,5
HS	ca. ,038				

*) $2\ Fe^2O^3\ 3\ SO^3$ angeblich.

Die Sourspring s, Grafsch. Tenesee, haben so viel Schwefels., dass sie vegetabilische Stoffe verkohlen u. so eine 4—5″ dicke Kruste gebildet haben, die den kleinen flachen Hügel fast ganz bedeckt. Dieser Hügel enthält viel Eisenkies u. hat Löcher, die mit verdünnter Schwefels. gefüllt sind. Nach Regen ist die Säure sehr schwach. Zwei Meilen östlich ist eine sehr mächtige, eine Mühle treibende Qu., deren Säure die Milch gerinnen macht. Eaton in Sillim. Journ. 1828, XV, Schweiggers Journ. LVI, 1829.

Freie Mineral-Säuren kommen auch wohl in den Wässern vor, welche verbrannte Steinkohlenflötze als Auslaugestätten haben (§. 102). Häufiger u. massenreicher kann das W. an den Vulkanen Schwefelsäure aufnehmen (S. 167). In Italien gibt es mehrere W. mit etwas freier SO^3, die meistens zwischen Fumarolen gelegene Eisenvitriol-W. sind. Die Bildung der Schwefels. aus dem HS der vulkanischen Ausdünstungen haben wir schon kennen gelernt. Die sauren W. kommen wohl mehr am Gehänge des Vulkanes vor, während diejenigen, welche man in der Nähe des Gipfels findet, HS enthalten *). Bischof ist geneigt, dieses Verhalten aus dem schweren spezifischen Gewichte des Schwefligsäuregases zu erklären.

Ein Schwefelsäure-See auf Java enthält ausser Salz- u. Schwefels. auch schwefelige Säure. Aus diesem See, so wie aus mehreren vulkanischen Spalten in seiner Nähe steigen schwefels. Dämpfe hervor. Auf Java gibt es mehrere solcher See'n mit freier Schwefelsäure.

Der Rio oder Gran Vinagre (Essigfluss; weiter abwärts Rio Pasambio genannt; Andere schreiben Pusambio) entspringt in Neu-Granada am Vulkane u. Dorfe Puracé **) bei der Stadt Popayan nach einem unterirdischen Verlaufe als laue oder warme Qu. (72°8 C.?) eines kleinen Flusses in einer Höhe von 3230 Metern. Sie gibt täglich 34,784,64 (wohl 34784?) K.M. W. mit 38,611 Kilogr. Schwefels. u. 31,654 Salzsäure. Bleibt man lange auf der Felswand in der Nähe des 300′ hohen Wasserfalls, welchen der Bach bildet, so fühlt man vom Wasserstaub Brennen in den Augen. Zwei bis drei Meilen weit vom Orte, wo sich die Qu. in den Cauca ergiesst, leben noch keine Fische im Flusse. Nach einer alten Analyse von Riveiro (Ann. de Chim. XXVII, 1824) sollten 28 Z.T. Salzs., 167 Schwefels. (zehnmal weniger?), neben kohlens. (schwefels.?) Kalk u. Mangan darin sein. Nach Boussingault (1831) ist HCl u. SO^3 auffallender Weise in fast gleichen Aequivalentwerthen vorhanden (I). Boussingault in Ann. de Chim. 1833, LII, 397, Dumas ibid. 1846, XVIII, 503.

Am Ruiz, einem noch thätigen Vulkane in Neu-Granada, nahe dem Ursprunge des Guali in einer Höhe von 3800 M. in der Nähe vulkanischer Mündungen entströmt dem Trachyt ein 69°4 warmes W., Paramo de Ruiz, das an Säure-Gehalt den Essigfluss noch bedeutend übertrifft. Boussingault schlug vor, hier eine Chininfabrik zu errichten, zu dessen Extraction das saure W. sich benutzen liesse. Seine Zusammensetzung ist nach Lewy's Analyse unter II angegeben.

---

*) Es ist bei den vulkanischen Dampfströmen meistens von schwefeliger Säure die Rede, fast nie von SO^3, wie z. B. bei den Suffioni am Monte Cerboli, die nach Payen enthalten sollen: CO^2 57,3, N 34,81, O 6,57, Schwefels. 1,32. (Bei Humboldt steht 0,132, was nicht richtig sein wird). In der Nähe sind Bohrlöcher, die bei 12 M. Tiefe einen Dampfstrahl mit solcher Gewalt hinaufsenden, dass eingeworfene Gegenstände wieder emporgeschleudert werden.

**) Eine kleine Spalte des Vulkans war von einer 18 Zoll dicken Schwefelschichte umgeben. Schwefligsaure Dämpfe strömten aus. Das W. der Spalte schmeckte nicht sauer, roch nach HS u. machte mit Silbersalpeter nur einen schwachen Niederschlag.

In 10000:	I	II
Salzsäure	9,1	8,81
Schwefelsäure	11,1	51,81
Kieselsäure	2,	1,83
Natron	1,2	3,6
Magnesia		3,2
Kalk	1,3	1,4
Eisenoxyd		3,65
Thonerde	4,	5,
Fester Gehalt	28,7	79,3.

Bei I sollten nach Berzelius die Bestandtheile zu Natron-Alaun u. Cloraluminium gepaart werden; jedenfalls bleibt SO^3 frei.

Cf. Annal. de Chim. Mai 1847, 109 (Poggend. Annal. LXXI, *Pharm. Centralbl. 1842), Acoste Viajes cient. á los Andes 1849.

Bei Genoi am Pasto sind noch fünf Cascaden eines stark sauren Wassers.

Acosta theilte Beobachtungen mit über die zerstörenden u. nivellirenden Wirkungen von schwefelsäurehaltigen Wässern auf den Hornblende-Trachyt, der in der Nähe der Berge Tolima u. Ruiz (s. oben) vorkommt. In Folge dieser Zersetzungen entstehen Loslösungen u. aus Trachytconglomerat bestehende Schlammströme, die sich von Zeit zu Zeit in die Ebene an die Ufer des Magdalenastromes stürzen, u. grosse Findlingsblöcke u. auch Eisschollen in die heisse Ebene bringen. (Liebig-Kopps Jahresb. f. 1851.)

An der Insel Mylos, worauf Landerer eine Solfatare antraf, ist das von Schwefeldämpfen durchwühlte u. stark erhitzte Meerwasser fast milchweiss u. setzt einen Schlamm ab, der Lakmus intensiv röthet. Auch in einer Bucht der Insel Santorin werden schwefelsaure Dämpfe vom Meere aufgenommen.

Als zwischen Fumarolen gelagerte W. sind noch die von Dievole, Bagnaccio, del Colombaja, Fedele u. Puzzola zu nennen, die alle einige Z.T. freier SO^3 führen.

Die in der obigen Tabelle (S. 283) nach Analysen von Maier (1850) verzeichneten W. III u. IV sind: eines aus der Kawa Domas (III) u. eines, welches am See Telaga Bodas heisse Tümpel bildet (IV).

Etwas freie SO^3 sollen noch haben die W. von Lausigk, Rieumajou (0,9), Pisciarelli (?), viel aber die Emmonsqu. (Amerika; mit 36 Z.T. SO^3).

Fast bei allen diesen Wässern wechselt der Gehalt an freier SO^3, wie schon bei einzelnen bemerkt wurde, sehr nach der herrschenden Witterung; so ist auch der Gehalt der freie SO^3 enthaltenden Qu. der Onondoga-Salzgruppe in Canada sehr veränderlich.

§. 169. Selen, *Se*.

Selen ist das vollkommenste Analogon des Schwefels. Spuren davon sind häufig dem Schwefel beigemengt. Schwefelwässer sollten darum auf Selen untersucht werden. So viel mir bekannt, haben früher *Dumenil (schon 1825) bei Eilsen, Simmler beim Stachelberger W., ein Anderer beim W. von Seebruch darauf ihre Aufmerksamkeit gerichtet, jedoch mit negativem Erfolge. In neuerer Zeit hat auch Eug. Marchand auf den Selengehalt der Trinkwässer geachtet.

Göttl vermuthet im Schlossbrunnen von Karlsbad Selen.

Eine Selenquelle (?) in Tilkerode soll versiegt sein. Auch ist von Selenschlamm Rede gewesen.

Der an Vulkanen gefundene Salmiak ist zuweilen durch Selen gefärbt. Löwig fand den Badener Schwefel frei von Selen. Aus Selenwasserstoff würde sich an der Luft Selen mit rother Farbe ausschei den.

§. 170. Salpetersäure, NO^5 u. salpeterige Säure, NO^3.

Aequivalent der anhydren Salpetersäure 54. Den Balneologen interessiren besonders: salpeters. Kali (Salpeter), dessen Aequivalent 101,11

ist, salpeters. Natron mit dem Aequ. 85, salpeters. Magnesia mit dem Aequ. 74, salpeters. Kalk mit dem Aequ. 82, salpeters. Ammoniumoxyd (H^4NO, NO^5), dessen Aequ. 80 ist. *) Alle diese Nitrate sind in W. leicht löslich.

NO^5 findet sich im Regenwasser häufig, wenn nicht immer. Cf. S. 120.

Boussingault traf sie in 119 Regen; als Minimum fand er 0,002 (Bineau 0,003), als Maximum 0,062 (Bineau 0,02). Im Landregen wird wohl selten 0,05 vorkommen. Der grössere Gehalt des in Städten niederfallenden Regens (S. 118) hat für unsern Zweck wenig Bedeutung. Cf. Mulder Chem. d. Ackerkrume, übers. v. J. Müller; 1861.

NO^5 bildet sich aus Ammoniak durch poröse Körper u. basische Stoffe.

Sieh die Versuche in Mulder's Chem. d. Ackerkrume.

Salpetersäure bildet sich in der atmosphärischen Luft u. verbindet sich in derselben gewöhnlich mit Ammoniak. Ozon erzeugt sowohl aus freiem N als aus H^3N oder aus kohlens. Ammoniak Salpetersäure.

Sehr häufig bildet sich NO^5 angeblich bei der Verwesung organischer Stoffe. Schönbein glaubt, dass sich hier neben N Ozon bilde, welches jenen zu NO^5 umwandele, während die ältere Schule diese NO^5 für ein Umwandlungsprodukt des Ammoniaks hielt.

Aus der Verwesung geringer Mengen organischer Substanzen erklärt sich wohl grösstentheils die NO^5, welche sich in folgenden Versuchen von Fontenelle erkennen liess. Dieser that nämlich in hölzerne, gegen Regen geschützte Kübel 1) ungewaschenen kalkhaltigen Sand; 2) ungewaschenes Granitpulver aus den östlichen Pyreneen; 3 u. 4) gewaschenen kalkhaltigen Sand; 5 u. 6) ungewaschenes Granitpulver; 7) thonhaltige Erde; 8) Ockererde; 9) dieselbe mit Mörtelpulver u. liess diese Kübel 3 Jahre stehen. Mit Ausnahme von Nro. 4 u. 5 begoss er sie alle Vierteljahre mit destillirtem W.. Nach 3 Jahren hatten Nro. 1 u. 2 Spuren, 3 u. 6 keine Spuren, 4 u. 5, die mit Quell-W. begossen worden waren, 40 Z.T., Nro. 7 160, Nr. 8 1500, Nro. 9 sogar 1900 Z.T. „im Gehalte der Laugen an salpetersauren Salzen" (*Thenard's Chemie III). Die Salpetersäure des Salzes, welches an feuchten Mauern auswittert, ist ebenfalls einer Zersetzung organischer Stoffe u. dem Ammoniak der Luft zuzuschreiben. Im Ackerboden ist von Vielen NO^5 gefunden worden; sie findet sich hier vorzugsweise an der Oberfläche, wo die Oxydation lebhaft vor sich gehen kann, nicht in der Tiefe **), wo Desoxydation herrscht u. nach Mulder nicht, wo andere organische Stoffe begieriger als Ammoniak nach Sauerstoff sind; daher nicht in mit Flüssigkeiten getränkten Düngerhaufen u. Unrath, welcher fault. Dennoch geschieht die Salpeterbildung vorzugsweise durch Zersetzung organischer Verbindungen. In Ungarn, wo der Mist zur Last wird, finden sich vorzugsweise die Salpeterfelder. Die Bedingungen, unter denen die Salpeterbildung besonders lebhaft vor sich geht, sind hohe Temperatur, Feuchtigkeit, zeitweise Trockenheit, Ozongehalt der Luft, Porosität des Bodens, Anwesenheit von Basen, Kalk u. Mergel im Boden. In vielen südlichen Provinzen Spaniens genügt es im Winter oder Frühjahr ein paar Mal das Land zu pflügen, um im August an der Oberfläche viel Salpeter aus der Erde auslaugen zu können. Die Umstände sind zur Salpeterbildung günstig in vielen Gegenden (Ceylon, Persien, Indien, China, Peru, Aegypten, Italien, in den Kreideschichten von Touraine, Saintonge etc.). Die Salpeterhöhlen gehören fast ausschliesslich dem Kalk- u. Dolomitgebirge an. In Ceylon findet sich nach J. Davy Salpeter in Höhlungen eines feuchten u. porösen Gesteins, in welchem 2,4 Proc. salpeters. Kali, 0,7 salp. Magn. war. In dem Salpeter-bildenden Gesteine von Bengalen fand er 8,3 Proc. salp. Kali u. 3,7 Proc. salp. Kalk,

---

*) H^3N heisst Ammoniak (Aequ. 17), H^4N Ammonium (Aequ. 18), H^4NO Ammoniumoxyd.

**) Doch kann in den Ganges-Ebenen der Boden theilweise bis auf 150' Tiefe auf Salpeter ausgelaugt werden.

in dem der Höhle von Cuva 3,3 Proc. salp. Kali u. 3,5 salp. Kalk neben 26,7 Proc. thierischer Materie. Eine Salpeterhöhle in Apulien liegt in einem Kalkstein, der von kleinen Adern Salpeter durchzogen wird. Nach Ellet hat man in einem Sandstein in Pennsylvanien Gänge von Salpeter entdeckt. Der Salpeter frisst wie ein Schorf in die Wände der Felsen u. Mauern; anfangs zeigt sich nur ein runder Fleck, der immer weiter um sich greift, die Massen lockert u. endlich als Kehrsalpeter gesammelt werden kann. Im Tirhut, am Norduferrande der Ganges-Mittelstufe bis zur Vorkette des Himalaya zerfrisst der wollige Mauersalpeter alle Häuser bis zum Dach hinauf. Es ist nicht immer blos Kalisalpeter, der sich bildet, oft auch Natronsalpeter; oder es ist Kalk- u. Magnesianitrat zugemischt. Der sog. Chilisalpeter ist fast reines salpeters. Natron (mit 1,3 % Kochsalz, 2 % Wasser nach Lecanu, mit 0,24 % schwefels. Kali, 1,99 Chlorcalcium, 0,43 salp. Kali, 0,86 salp. Magn., 1,99 Wasser nach Hofstetter, mit Jod u. Brom nach Andern). Dieses Nitrat findet sich am Chilenischen Küstenstriche südlich Tarapaca, in einer tropischen Gegend, wo es nie regnet, u. zwar in Form von Körnern mit Sand gemengt als eine ganz oberflächliche bis 8′ mächtige Schicht zwischen Thon mit gefärbten Muscheln u. erstreckt sich wohl 30 Meilen weit. Man glaubt, dass es sich aus dem Meere (Meeresprodukten?) bilde. In den Salpeterhöhlen des Pariser Beckens, die in der mit Feuersteinen durchzogenen Kreide in grosser Entfernung von menschlichen Wohnungen liegen, kommt das Nitrat mit Kochsalz vor. Glaubersalz- u. Salpeter-Ausblühungen finden sich auf den Bimsteinconglomeraten der Plattform der Anden. Ueber Salpetergewinnung s. Bär Chem. des prakt. Lebens, 1860.

Kommt atmosphärisches W. mit dem Boden in Berührung, so löst es die Nitrate daraus auf (S. 177). So erklärt es sich, dass Drainwasser mehr NO^5 als Regenwasser enthält (S. 175 u. 176). Doch ist der Gehalt der Drainwässer an NO^5 immer noch sehr gering (Mulder) oder kann fehlen, weil NO^5 in den tiefern Erdschichten wieder zu Ammoniak umgewandelt wird. Aus der Verwesung organischer, namentlich animalischer Substanzen in den obern Erdschichten erklärt sich die Gegenwart der Nitrate in den Trinkwässern mancher Orte, u. wohl der meisten Städte.

Z. B. in den Brunnen von London, Bremen, Neisse u. Upsala. In vielen Brunnen Berlins finden sich Spuren derselben vor, in einem sogar bis 1,6. Im W. des Rüdelmannsbrunnen zu Wien finden sich 2,6 Nitrate in einem festen Gehalte von 12,4. In den Stockholmer Brunnen fand Berzelius salpeters. Kalk in bedeutender Menge neben salpeters. Kali u. Magnesia. Zu Bern enthalten die in die Stadt geleiteten Brunnen bis $^1/_{20583}$ salpeters. Magn., die in der Stadt entspringenden Trinkqu. bis $^1/_{3962}$ an Nitraten, so dass blos diese über 6000 Pfund jährlich von solchen fortführen. Die Stadt ist auf einem Sandsteinlager erbaut. Unter den städtischen Brunnen haben die den schwächsten Salpetergehalt, welche so liegen, dass sie den animalischen Zuflüssen nur wenig zugänglich sind. Hünefeld fand salpeters. Ammon in manchen Brunnen von Greifswald, höchstens aber nur 0,02. (Das Destillat eines solchen W. enthielt kohlens. Ammon.) Mulder fand einst in einem Brunnen zu Rhede in Gelderland freie Salpeters. (?) neben 3,9 anderen Salzen u. 0,4 salpeters. Kali (*Wat. d. Stad Amst., 143). In Brunnen von Besançon fand Deville 2 Z.T. Nitrate. Ein Brunnen zu Windsor enthielt 2,19 NO^5. Ein Brunnen von Manchester enthielt nach R. A. Smith 10 Z.T. Nitrate. Boussingault fand in 4 Brunnen von Paris 0,0021—0,0026, in 4 andern 0,01—0,022 salpeters. Kali. (Die Angabe in Mulders Chem. der Ackerkrume, welche 1000 mal höher geht, ist doch wohl unrichtig.)

Im Annuaire des Eaux I kann man viele süssen Qu. u. Brunnen finden, welche Nitrate enthalten, z. B. zu Metz Brunnen mit 0,28, Perpignan Qu. mit 0,8, Lyon Qu. mit 0,1—2,3 u. mit 0,76, Dijon Qu. mit 0,027—0,052—0,14—0,2, Dijon Brunnen mit 1,2—1,656 (in 5,41 f. G.), Rheims Qu. mit 0,29, Bohrbrunnen mit 0,06 u. 0,11, Rheims Brunnen mit 0,027—5,82, Bordeaux Brunnen mit 2,8 (in 9,2), Rodez, die besten Brunnen mit 0,46—3,5, die mittelmässigen mit 3,4—6,16, ja die ganz

schlechten, zum Trinken unbrauchbaren mit 4,7—10,7—15,66 Nitraten in 10000, welche in ihnen zuweilen über die Hälfte des gesammten f. G. ausmachen. *)

Hünefeld untersuchte viele Brunnen in Vorpommern u. fand salpetersaures Ammon darin. Van Ankum fand fast in allen niederländischen Wässern Nitrate; bisweilen nur Spuren, einigemal hingegen als vorherrschenden Bestandtheil; besonders fand sich der Salpeter in den Wässern aus Sandboden; in solchen, die wegen Farblosigkeit, Klarheit u. Schmackhaftigkeit ausgezeichnet waren, in der Regel am meisten; wogegen Ammon, das auch sehr verbreitet war, vorzugsweise, wie es schien, in den gefärbten alkalischen u. weniger trinkbaren Wässern zugegen war.

Alle W. der Arrondissements Havre u. Yvetot enthalten salpeters. Kali u. zwar zwischen 0,008—2,27. Die Menge desselben ist am grössten bei denen, welche aus den Lagen der „glauconischen" Formation kommen. (Marchand.)

Schon im J. 1736 (Commerc. lit. Nor.) fand Trumpf in einigen Wässern von Werden ein sal nitrosum, plerumque amarum, das auf glühenden Kohlen verknisternd brannte.

In Flusswässern u. Seeen ist NO^5 nicht selten, doch meistens nur in geringer Menge.

Im Moldauwasser hat Pleischl Nitrate nachgewiesen (Abh. d. böhm. Ges. d. W., N.F. V, 1836; vgl. Ztschr. d. Ges. d. Aerzte zu Wien 1851, 746). Boussingault fand in der Selz u. der Sauer, Nebenflüsse des Rheins, 0,007—0,008, in der Seine 0,09, in der Vesle 0,12 Z.T. Salpeter. Nitrate fehlen wohl in keinem Flusswasser gänzlich. Boutron-Chalard fand sie in der Seine, Deville in vielen Flüssen u. See'n, z. B. in der Seine 0,098 NO^5. Der Boden ist von Einfluss darauf; denn nach Bineau haben die in Syenit gelegenen See'n keine Spur davon, die im rothen oder quarzigen Steine (grès) der Vogesen 0,005, die im Kalkstein dreimal so viel. In einem See von Tacarigna bei Maracay in Venezuola hatte man schon vor 100 Jahren Nitrate gefunden.

Home fand 1756 Salpeters. in einigen Wässern der arabischen Wüste (Thomson Chim. III, 253).

Man hat schon seit langer Zeit auf das Vorkommen der Salpeters. in edlen W. geachtet. Spurweise trifft man sie fast in jedem M.W. Man weiss z. B., dass solche vorkommen in den W. von Adelholzen, Allmannshausen, Au, Bentheim, Empfing, Prenzlau, St. Bonnet (Hautes Alpes), Batignolle, Contrexeville, Sail lès Chat, Wildegg, Kissingen (Maxbrunn 0,5 NO^5) u. vielen anderen. Im Hubertusbrunnen (3,26 NO^5) u. in einigen Bitterwässern ist eine etwas grössere Menge gefunden worden. Ivanda hat 2,7 NO^5, Püllna nach Ficinus 4,38 (0 nach Struve), Saidschütz nach Steinmann 18,5, nach Berzelius sogar 23,7 NO^5. Cf. §. 107.

In Ungarn soll zuweilen aus 1—1¾löthigen Qu. Salpeter gewonnen werden. Vom Flusse Samos bis nach Wien in einer Strecke von 70—80 Meilen u. von den Karpathen bis an die Drau in der Breite, sollen nach Oesterreicher die Salpeterwässer so häufig vorkommen, dass die meisten Qu. durch Salpeter untrinkbar sind (Steffens, Geogn. geol. Aufs. 1810). In Algier gibt es heisse Salpeterquellen.

Die Qu. Zem-Zem in Mekka soll ausser viel kohlens. Eisen, schwefels. u. salzs. Kali, ein alkalisches Nitrat in beträchtlicher Menge enthalten; die Vermuthung von Faraday, dass dieses von den Priestern hineingethan werde, ist wohl nicht begründet. Phil. Mag. and Journ. of Sc., 3. S., VII, 140.

---

*) Bei der Unsicherheit, welche bis vor kurzer Zeit in der quantitativen Bestimmung der Salpeters. herrschte, fand ich es für unnöthig, die Nitrate auf NO^5 zu berechnen.

Die salpeterige Säure, NO^3, deren Aequivalent 38 ist, bildet die salpeterigsauren Salze oder Nitrite, die alle leicht löslich u. sehr leicht zersetzbar sind. *)

Soll sich keine salpetrige Säure in den M.W. finden? So frug ich noch in der »Einleitung in die M.Qu.-Lehre«. Die neueste Zeit hat Aufschluss darüber gebracht. Nicht blos in M.W., sondern fast in jedem W. findet sich salpeterige Säure.

Diese Säure bildet sich schon beim Verdampfen von W., besonders wenn hohe Temperaturgrade zur Anwendung kommen. Papierstreifen, welche man den Dämpfen des in einer Porzellanschale siedenden Wassers aussetzt, nehmen sie auf. Selbst wenn Wasser längere Zeit bei 40—70° verdampft, ist sie in der rückständigen Flüssigkeit nachweisbar. Lässt man mit reinstem W. getränktes Filtrirpapier (Leinen, Sand) im Zimmer trocknen, so lässt sich daraus Nitrit gewinnen. Enthält das W. Kalk oder ist Kali zugesetzt, so ist die Ausbeute stärker. (Journ. f. prakt. Chem. Bd. 86, 129—153 etc.; Chem. Centralbl. 1862.) Man hatte bereits früher beobachtet, dass in Dampfkesseln sich salpeterige Säure bildete, wie man meinte, aus dem salpetersauren Kalke des gemeinen Wassers.

Das beim Verbrennen von Wasserstoffgas in atmosphärischer Luft sich bildende W. hat nach Böttger die Eigenschaft, ohne freie Säure zu enthalten, aus einer schwach mit verdünnter Schwefelsäure angesäuerten Auflösung reinsten Jodkaliums augenblicklich Jod abzuscheiden (welches durch Schütteln mit einigen Tropfen Schwefelkohlenstoff leicht nachgewiesen werden kann), ferner eine verdünnte, schwach angesäuerte Auflösung von übermangansaurem Kali zu entfärben. (Böttger, Sept. 1861.) Nach neuern, am 2. Nov. 1861 zur Sprache gebrachten Untersuchungen hat sich das merkwürdige Resultat herausgestellt, dass nicht blos beim Verbrennen des Wasserstoffs in atmosphärischer Luft, sondern überhaupt beim Verbrennungsprozesse kohlenwasserstoffhaltiger organischer Stoffe (falls dieser in atmosphärischer Luft vor sich geht) neben W. u. CO^2 jedesmal auch geringe Mengen von salpetrigsaurem Ammoniak auftreten. Aus dieser Thatsache lässt sich nun das Vorkommen von salpeterigsauren u. salpetersauren Verbindungen in der Atmosphäre, in jedem Regenwasser (nicht blos in den während elektrischer Entladungen fallenden Gewitterregen), in den meisten Quellwässern u. s. w. ganz ungezwungen erklären. *Polytechn. Notizbl. 1862, No. 4. Bei der spontanen Nitrification spielt nach Schönbein die Bildung des Ammoniaknitrits die Hauptrolle. Stickstoffhaltige organische Substanzen sind zur Erzeugung des Salpeters nicht unbedingt erforderlich; in einigen Theilen Bengalens z. B. bildet sich Salpeter auch ohne diese.

Ehe mir dieses allgemeine Vorkommen von salpeteriger Säure bekannt war, machte ich folgende Mittheilung (Die Burtscheider Thermen; 3. H., 1862).

»Das 1. Heft der Zeitschrift für analytische Chemie 1862 bringt einen Aufsatz von Schönbein: Ueber die empfindlichsten Reagentien auf die salpetrige Säure u. Nitrite. Der Verfasser macht auf die übrigens nicht unbekannte Thatsache aufmerksam, dass Jodkalium-Kleister ein äusserst empfindliches Reagens auf NO^3 (salpetrige Säure) u. NO^5 (Salpetersäure) ist. »»Wasser mit $^1/_{10000}$ dieser Säuren vermischt, färbt für sich allein den Jodkalium-Kleister augenblicklich tiefblau; Wasser mit $^1/_{100000}$ Säure ebenso bei Anwesenheit von etwas Schwefelsäure; ja SO^3-haltiges Wasser, dem nur ein Milliontel einer jener Säuren zugefügt worden, vermag den besagten Kleister, wenn auch nicht mehr augenblicklich, doch bald noch deutlich zu bläuen. **)

*) Das Ammoniumnitrit zerfällt beim Erwärmen in W. u. Stickstoff u. könnte wohl zuweilen Ursache der Entwickelung des letztern in warmen Wässern sein.

**) Nach David St. Price erhält man gar noch bei der Gegenwart von 0,002 salpetriger Säure in 10000 Wasser eine deutlich violette Färbung (Chem. Pharm. Centralbl. 1851). Man kann nach Price auch Oxalsäure statt Schwefelsäure nehmen. Sie macht aber beim Stehenlassen schon etwas Jod frei ohne Zusatz von salpetriger Säure. L.

Wasser, das nur ein Zehntausendtel Kalinitrites u. s. w. enthält u. mit SO^3 schwach angesäuert ist, färbt zugefügten Jodkalium-Kleister augenblicklich bis zur Undurchsichtigkeit blau; gleich gesäuertes Wasser mit einem Hunderttausendtel Nitrites thut dies in wenigen Sekunden, u. selbst Wasser, welches neben SO^3 nur ein Milliontel Nitrites enthält, vermag den besagten Kleister noch in wenigen Minuten augenfällig zu bläuen.«« Verfasser bemerkt ferner, dass, wenn kein Jodat oder Bromat, welche eine gleiche Reaktion erzeugen, im Spiele sei, bei Eintritt der Reaktion die Gegenwart eines Nitrites für sicher angenommen werden dürfe, da unter den erwähnten Umständen kein anderes Salz dieselbe hervorzubringen vermöge, dass ihm wenigstens keines bekannt sei.«

„Diese Bemerkung bedarf zuerst einer kleinen Berichtigung. Nicht blos Jodsäure u. Bromsäure bläuen noch den Jodkalium-Kleister, sondern auch Chromsäure, Chlorsäure (vorübergehend), Arseniksäure u. Schwefelcyanwasserstoffsäure; namentlich bewirken die erstgenannten beiden Säuren die Reaktion sehr schön u. schnell, so dass man nicht leicht eine zufällige Gegenwart von salpetriger Säure, Jod- oder Bromsäure darin annehmen kann. Wegen des Schwefelcyans bläut auch Speichel. Bei diesen Prüfungen muss natürlicher Weise eine verdünnte Schwefelsäure genommen werden, welche den mit ganz reinem Jodkalium bereiteten Kleister nicht im Geringsten, auch beim längern Stehenlassen, blau macht. Eine solche Säure trifft man nicht leicht an."

„Eisenchlorid macht für sich allein Jod frei. Kieselsäure u. Borsäure sollen es erst bei höherer Wärme thun."

„Es ist hier noch zuzufügen, dass nach Price bei der Destillation von reinem, d. h. von salpetriger Säure freiem Salpeter mit Schwefelsäure sich salpetrige Säure bildet u. ein Destillat erhalten wird, das den Jodkleister stark bläut."

»Von Seiten der angewandten Reagentien sicher, dass kein Stoff vorhanden war, welcher eine Bläuung bewirken konnte, versuchte ich, ob sich damit Salpetersäure — unter Zuthun von Zink, um jene in salpetrige Säure zu verwandeln — in den Burtscheider Thermen nachweisen liesse. Zu diesen ersten Versuchen wurde Thermalwasser genommen, das mehrere Monate in angebrochenen Flaschen unter gutem Verschlusse im Tageslichte gestanden hatte. Da sogleich die tiefste Bläuung eintrat, so liess ich das Zink weg, wo dann aber auch die Mischung von Jodkalium-Kleister u. Schwefelsäure bei Zusatz von Wasser sogleich blau wurde.«

»Es wurde nun bei den jetzt zunächstfolgenden Reaktionen immer, nach vorheriger Feststellung, dass weder die Schwefelsäure noch das Wasser jedes für sich den Jodkalium-Kleister bläue, folgende Mischung vorgenommen: Von einem dünnen, nach Schönbeins Angabe bereiteten Jodkalium-Kleister 2 Tropfen, von offizineller Schwefelsäure 6—8 Tropfen, vom Wasser 1 oder mehrere Tropfen bis zu 10 C.C.«

»Um den das Jodkalium zersetzenden Stoff näher zu bestimmen, wurde versucht, ob das einfache Destillat des Wassers ihn enthalte. Der Erfolg war negativ. Wurde aber Schwefelsäure vor dem Destilliren zugesetzt, so ging er ins Destillat über, während er aus dem zurückgebliebenen Wasser verschwunden war. Ein oder ein paar Tropfen des Destillates genügten, um eine tiefblaue Farbe sofort hervorzurufen.«

»Der besagte Stoff war also, wenn er durch Schwefelsäure vom Alkali des Wassers getrennt wurde, flüchtig. Er ist aber auch unter Umständen fix. Nicht blos ist er im abgedampften Salzrückstande in Verbindung mit

Alkali geblieben — jedes Körnchen des Salzes zeigt ihn —, sondern er widersteht auch in dieser Verbindung der Rothglühhitze sehr gut. Werden nämlich 50—100 Gramm Wasser in der Platinschale so abgedampft, dass der Salzrückstand nur ganz dünn die Schale überzieht, so kann man die Schale 2 volle Minuten in Rothgluth halten u. dennoch der Gegenwart des besagten Stoffes sicher sein, wie der mehrfach wiederholte Versuch zeigte. Dieser fixe, im geglühten Rückstande befindliche Stoff ist auch derselbe wie der flüchtige; man kann wenigstens aus dem geglühten Salzrückstande mit Schwefelsäure ein Destillat erhalten, welches zu ein paar Tropfen die schwefelsaure Jodkalium-Kleister-Mischung in schönster Weise bläut.«

„In fixer Verbindung zeigt sich der in Rede stehende Stoff auch in einigen hiesigen Sintern, z. B. in dem grauen, vielleicht über 1500 Jahre alten Sinter eines Bassins des altrömischen Bades bei der Aachener Kaiserquelle, im gelblich-bräunlichen Sinter, der sich im Burtscheider Rosenbade in einer Röhre angesetzt hatte, in dem porösen, lavaähnlichen, schäckigen Sinter, der bei den Erdarbeiten an der Viktoriaquelle gefunden wurde. Ein sehr weisser tropfsteinförmiger Sinter aus dem Burtscheider Karlsbade war frei davon. In dem Sinter der Viktoriaquelle zeigten sich nach Einwirkung der Reagentien netzförmige blaue Streifchen, so dass er sich darin in ungleicher Weise abgesetzt hatte.“

„Der Kalkstein, woraus die Quellen kommen, enthält auch etwas von diesem Stoffe. Der ganz weisse pulverige Ueberzug einer Höhlung im Kalkstein, wie man solche zahlreich im Kalke bei der Viktoriaquelle gefunden hat, bewirkte die Reaktion sehr schön.“ *)

»Nicht alle hiesigen Thermen zeigten diesen Stoff in gleicher Menge an. Ehe von dieser Verschiedenheit der einzelnen Thermen Rede ist, muss aber darauf aufmerksam gemacht werden, dass ein Theil unserer Wässer geschwefelt ist, ja dass vielleicht alle es in sehr geringem Grade sind. Die Schwefelverbindung hindert aber das Zustandekommen des Jodamylums**). Will man also jenen Stoff in den deutlich geschwefelten Thermen nachweisen, so muss man Schwefelnatrium u. Schwefelwasserstoff wegschaffen. Ein längeres Hinstellen der Wässer während mehrerer Monate unter Zutritt von Luft ist dazu, wenigstens für die nicht stark geschwefelten Wässer, ausreichend. Aber auch die Bildung von unterschwefligsauren Salzen sollte vermieden werden.«

Wurden die gestandenen Wässer, welche fast alle an demselben Tage, einem der heissesten Sommertage, gesammelt worden waren, mit 2—3 Tropfen Jodkalium-Kleister u. 6—8 Tropfen verdünnter Schwefelsäure geprüft, so ergab sich, dass um eine sofortige gelinde, bald intensiver werdende Bläuung hervorzurufen, erforderlich waren, von der geschwefelten Krebsbadquelle 0,15—0,2 C.C. ***), vom Johannisbade 0,25, vom Kleinheiss- u. vom

---

*) „Ueberhaupt werden ähnliche Stoffe nicht selten vorkommen. Ein als chemisch rein bezogenes Kochsalz führte eine tiefe Bläuung hervor, während Kochsalz des Handels weniger reagirte u. zweifach kohlensaures Natron unwirksam war.“

**) „Umgekehrt könnte das Vorhandensein eines solchen, die Jodamylum-Verbindung hervorbringenden Stoffes Ursache sein, dass die Messung des Schwefelgehaltes nach der Titrirmethode, die auf der Verhinderung dieser Verbindung beruht, etwas zu klein ausfiele.“ (Fresenius hat unterdessen nachgewiesen, das dies nur in angesäuerten Lösungen der Fall sein würde.)

***) „Mit Salzsäure von 1,12 spez. Gewicht, die aber selbst nicht ohne alle Einwirkung war, wurden die nachfolgenden Proben wiederholt. Man hatte dann

Sebastiansquellchen 0,3, vom Karlsbad (Brunnen I) 0,5, von der Wollbrühquelle 0,65, vom Neubade 0,95, von der letzten lauen Quelle 1,3 C.C.. Dagegen waren 5—10 C.C. des Viktoriabrunnens, vom Karlsbade (Brunnen II) u. vom Kaiserbade nicht oder fast nicht vermögend eine Färbung, wenn nicht nach langem Stehen, hervorzurufen. Die Quelle des Schlangenbades wurde auch nach langem Stehen nicht bläulich. Während also bei den erstgenannten Quellen der erste oder die ersten Tropfen eine blaue Färbung hervorriefen, war dieses bei den nicht aktiven Wässern mit der 10—60fachen Menge zugesetzten Wassers nicht der Fall.«

„Statt des Kleisters kann man sehr zweckmässig weisse Oblate nehmen. die nach Zusatz von Jodkalium, Schwefelsäure u. einem aktiven Wasser schwarzblau wird."

„Das Freiwerden des Jods zeigt sich beim Weglassen des Amylums durch die deutlich gelbe Farbe der Flüssigkeit an."

»Man hätte vermuthen können, die nicht aktiven Wässer enthielten ein Prinzip (etwa unterschwefligsaures Salz), welches das Jodamylum zersetzte. Das schien aber nicht zu sein. Denn ein Zusatz von einem nicht aktiven Wasser zu Jodamylum zersetzte dieses nicht; es hinderte freilich in etwa das Zustandekommen dieser Verbindung, aber nicht sichtlich mehr als ein gleicher Zusatz von destillirtem Wasser es thut. Auch lässt sich aus einem völlig inaktiven Mineralwasser mit Schwefelsäure kein aktiv wirkendes Destillat erhalten.«

»Es war sehr auffallend, bei den Burtscheider Wässern, die zum grössten Theile in der Temperatur sehr wenig verschieden sind, die im Chlorgehalte u. im Gehalte an fixen Salzen fast identisch erscheinen, so bedeutende Unterschiede im Gehalte an einem höchst untergeordneten Stoffe zu finden, welche auch in der örtlichen Reihenfolge der Wässer u. im grösseren oder geringeren Schwefelgehalte nicht begründet sein konnten.«

»Dass dieser das Jod aus Jodkalium frei machende Stoff salpetrige Säure sei, konnte nach den mitgetheilten Beobachtungen kaum noch zweifelhaft sein. Herr Robert Wildenstein nahm aber mit dem als chlorfrei befundenen Destillate des mit Schwefelsäure angesäuerten Wassers noch weitere Reaktionen vor. Dasselbe hatte deutlich das Vermögen, übermangansaures Kali zu entfärben u. brachte mit Schwefelsäure u. schwefelsaurem Eisenoxydul eine bräunliche Farbe hervor. Das Destillat enthält demnach sicher salpetrige Säure, obwohl es nicht deutlich auf Lakmuspapier sauer reagirte.«

»Nachdem über die Natur dieses Stoffes kein Zweifel mehr sein konnte, war es interessant zu wissen, ob jetzt im Frühjahr die zahlreichen Quellen u. Brunnen von Burtscheid dieselben Unterschiede im Gehalte des fraglichen Stoffes darbieten würden, wie sie es im hohen Sommer thaten.«

»Es wurde deshalb im März 1862 (um die Infiltration von salpetrigsauren Salzen von oben her möglichst zu vermeiden, an einem Tage, dem

---

öfters nur $^1/_3$—$^1/_4$ der oben angegebenen Mengen des Wassers nöthig. Die Wässer, welche mit Schwefelsäure unwirksam waren, waren es auch mit Salzsäure. Oxalsäure ist sehr wirksam."

„Gelegentlich bemerke ich noch, dass sowohl destillirtes Wasser u. ein paar Pumpwässer, als auch Karlsbader Sprudel u. Kissinger Bitterwasser, beide wohl ein Jahr auf Krügen, frei von diesem das Jod freimachenden Stoffe waren."

mehrere regenfreie Tage zunächst vorhergingen) ein Rundgang an den Burtscheider Brunnen u. Quellen gehalten, bei welchen Herr Wildenstein mich zu begleiten die Güte hatte. Das W. von einigen 16 Brunnen wurde untersucht u. zwar sowohl im natürlichen Zustande, als nach Beseitigung des sicher oder vermuthlich vorhandenen Schwefels mit einer geringen, alsbald zugesetzten Menge schwefelsauren Silbers. Diesmal nun enthielt, im frischen Zustande keines dieser Wässer die geringste Spur salpetriger Säure; es trat im Verlaufe weniger Minuten wenigstens keine Färbung ein, selbst wenn Zink eingelegt wurde. Wohl aber producirte sich die bläuliche Färbung in höchst geringer Menge bei einzelnen der Wässer (u. zwar besonders bei solchen, die auch bei den ersten Versuchen sich wirksam gezeigt hatten), als man nach wenigen Tagen die eingesammelten Wässer aufs Neue untersuchte. Als 7 Tage nach der Fassung alle mit Silber versetzten Proben gleichmässig untersucht wurden, fanden sich zwei, welche viel mehr als die andern die salpetrige Säure verriethen, nämlich Neubad's-Quelle (im Eingang des Hauses) u. noch mehr Karlsbad (Hauptbrunnen). Beim Karlsbade dauerte es aber dennoch $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde, bis die bläuliche Farbe entstand. Die mit Silber nicht zersetzten Wässer färbten sich schwächer. Jedenfalls war also jetzt etwas salpetrige Säure vorhanden, aber die Quellen hatten in dieser Hinsicht nicht mehr dieselbe Reihenfolge, wie im Sommer.«

»Ob die Hitze des vorhergegangenen Sommers, welche die Salpeterbildung in den obern Erdschichten u. ihre nachherige Infiltration begünstigen musste, daran Schuld war, dass damals die Stickstoffverbindung stärker vertreten gewesen ist?«

»Wahrscheinlich kommt die salpetrige Säure aber nicht ursprünglich als solche im Thermalwasser vor, sondern ist ein Zersetzungsprodukt des lange gestandenen Wassers. Dies kann man daraus vermuthen, weil mehrere der oben genannten Wässer, welche noch vor ein paar Monaten die Reaktion nicht oder nur langsam herbeiführten, auf den Flaschen sich so verändert hatten, dass sie es jetzt viel leichter thaten. Besonders offenbar war das beim Viktoriabrunnen, der jetzt in geringer Menge zugesetzt eine dunkelblaue Färbung machte; dagegen war die Schlangenbadquelle auch nun noch ganz unwirksam. Dass aber eine Zeit von ein paar Monaten nicht unter allen Umständen zu dieser Bildung von salpetriger Säure genügt, zeigte sich an einer andern vor 2 Monaten genommenen Probe des Viktoriabrunnens, die noch ganz farblos bei der Prüfung blieb.«

»Woraus bildet sich aber die salpetrige Säure? Vermuthlich nicht aus der Salpetersäure, die nach den gemachten Analysen von Hamberg u. Wildenstein nur in geringen Spuren vorhanden ist. Eher aus dem Ammoniak, das nach seiner quantitativen Gegenwart dazu geeigneter ist u. das auch unter bekannten Umständen salpetrige Säure bilden kann; sei dieses Ammoniak nun ursprünglich oder durch Infiltration im Wasser vorhanden oder sei es nachher aus dem organischen Stoffe des Wassers hervorgegangen.«

Im Dez. 1862 wurden die seit dem Frühjahre in kleinen Flaschen aufbewahrten Burtscheider Thermalwässer nochmal geprüft. Es waren auch jetzt nur wenige darunter, welche Spuren von salpeteriger Säure nachweisen liessen u. nur drei, welche eine starke Reaktion ergaben. Von diesen 3

waren 2 auch im vorhergehenden Jahre unter den am meisten reagirenden. Es hatte sich also wirklich im Laufe der Zeit Nitrit gebildet. Unter den gleichzeitig aufgefangenen, aber mit etwas schwefels. Silber versetzten Wässern derselben Brunnen waren nur einige, welche eine schwache Reaktion zeigten, keines, welches stark reagirte. Von welchen Umständen die Bildung der salpeterigen Säure abhing, wurde mir nicht klar. Vgl. §. Ammonium.

§. 171. Phosphorsäure, PO^5.

Atomgewicht 71. Die PO^3 bildet sehr viele Combinationen, welche hier zu erörtern nicht am Orte wäre. Ich will nur die Formeln mehrerer Kalkphosphate vorbringen. Dreibasisch phosphors. Kalk: 3 CaO, PO^5; neutraler dreibasisch phosphors. Kalk: 2 CaO, HO, PO^5, saurer dreibasisch phosphors. Kalk: CaO, 2 HO, PO^5. Von diesen ist die erstgenannte Verbindung die, von welcher bei M.W. gewöhnlich die Rede ist. Aehnlich verhält es sich mit den Verbindungen von Phosphors. u. Natron, nur dass hier wohl gewöhnlich die neutrale dreibasische Combination angenommen wird.

Vorkommen. Fast alles Gestein u. fast jede Bodenart enthält Phosphate.

PO^5 kommt nach Fownes (1844) u. Sulliman (1860) in Glimmer, Hornblende, Gneiss, Granit, Glimmer- u. Chloritschiefer, Augitporphyr, Diorit, Klingstein, Trachyt, Basalt, Tuff, Bimstein, Muschelkalk etc. vor; nach Fehling im Jura-, Lias- u. Keuper-Kalk, nach Schramm im Wellendolomite (6—18 Z.T. PO^5), nach Faist im Jurakalke, Dolomit, Liaskalk, Juramergel, Keuperkalk, Amaltheenthon, thonigem Kalkstein u. Muschelkalke, während sie in einem Diluvialkalke von Kanstatt, im Liasmergel von Vaihingen u. in Carrarischem Marmor fehlte. Mergelsorten der Grünstein-Formation hatten 231 Z.T. PO^5 nach Nesbit; ein grüner Mergel 380 Z.T. nach Way, während andere englische Mergel nur Spuren enthielten. Die Lava von Niedermendig hat nach Bergemann 180 Z.T. PO^5 ungleich in die Masse vertheilt, die Lava des Vesuvs 140—220 Z.T. phosphorsauren Kalk. In den Infusorien-Ueberresten traf H. Rose PO^5 an.

Zum quantitativen Nachweise der PO^5 hat man sich dabei gewöhnlich des molybdänsauren Ammoniaks bedient, eines Reagens, welches nicht ganz sicher ist. Nach Ludwig verhält sich Arsensäure gegen dasselbe ganz ähnlich wie PO^5. Auch muss nach ihm jede Spur von Kieselerde entfernt werden, ehe die Prüfung auf PO^5 vorgenommen wird.

Von den in der Natur vorkommenden Phosphaten ist besonders der Apatit: 3 (3 CaO, PO^5)+$CaFl$ (oder $CaCl$ oder mit beiden) zu bemerken; er enthält 41—42 % PO^5.

Hie u. da kommt phosphors. Kalk in förmlichen Ablagerungen vor, in Spanien z. B. eine Apatitbildung mit 39 Proc. Apatit (Ramon de Luna), in Estremadura eine Schichte phosphorsauren Kalks von 7—16′ Breite u. mehreren Meilen Länge (Daubeny), aus welcher man Häuser baut, in der Wetterau eine 6′ mächtige Lage von phosphors. Kalk etc. . Koprolithen, Excremente vorweltlicher Thiere, die man an manchen Orten findet, enthalten auch viel phosphors. Kalk u. Eisenoxyd.

Löslichkeitsverhältnisse der Phosphate. Der phosphors. Kalk ist in destillirtem W. sehr schwer löslich; aber schon die gleichzeitige Gegenwart von CO^2 macht ihn löslich. Als Apatit fordert er zwar noch das

400000Fache seines Gewichts an kohlens. W., u. beim Schütteln immer noch das 100000fache Gewicht kohlens. W.; aber künstlich dargestellter neutraler phosphors. Kalk hatte nach Liebig nur das 1500fache, basischer nur das 1100fache Gewicht zur Lösung nöthig, so dass von jenem 6,63 Th., von diesem 9,09 Th. (nach Lassaigne nur 7,5) in 10000 kohlens. W. gelöst werden können. Kocht man jene Lösung mit 6,63 Z.T., so bleiben nach Vertreibung der CO^2 noch 1,63 Z.T. gelöst. Nach Déhérain u. Mulder vermehrt ein schwacher Zusatz von Essigsäure die Lösungsfähigkeit der natürlichen Kalkphosphate in kohlens. W.. Aehnlich der Essigsäure werden auch wohl andere organische Stoffe wirken. Auch vermehren gewisse Salze die Löslichkeit des phosphors. Kalks; so namentlich Chlorammonium. Nach Liebig sind in W. mit etwas schwefels. Ammoniak (22 Z.T.) 0,79 Z.T., in W. mit Kochsalz (20 Z.T.) 0,66, in W. mit salpeters. Natron (30 Z.T.) fast 0,79 Z.T. vom zweibasigen Kalkphosphat löslich; für das dreibasige Salz machte das Gelöste bei schwefels. Ammoniak 0,77, bei Kochsalz 0,46, bei salpeters. Natron 0,33 aus.

Dietrich fand, dass durch kohlens. Ammoniak phosphors. Kalk zerlegt u. Phosphors. gelöst wurde. Nach Wackenroder wird künstlicher phosphors. Kalk mit kohlens. Alkalien gekocht reichlich zersetzt u. also Phosphors. gelöst. Ist phosphors. Kalk in kohlens. W. gelöst, so wird durch kiesels. Alkalien, kohlens. Alkalien, Fluornatrium die Kalkverbindung zersetzt, aber phosphors. Alkali bleibt gelöst.

Wenn phosphors. Kalk in kohlens. W. gelöst wird, so kann man annehmen, dass sich saurer phosphors. Kalk u. Kalkbicarbonat bildet.

Noch viel unlöslicher als phosphors. Kalk ist phosphors. Eisen, das selbst in kohlens. W. noch schwerer löslich ist, als phosphors. Thonerde, obschon diese fast 7 Millionen Theile kohlens. W. zur Lösung fordert. Beide sind nach Déhérain selbst in schwachen Säuren unlöslich, was wohl nicht ganz richtig ist.

Doch wird die Löslichkeit beider Verbindungen wieder durch gewisse Salze ermöglicht; wenigstens kann in diesen Fällen die Phosphors. in Lösung bleiben, nachdem die schwerlöslichen Phosphate in Alkali- oder Kalk-Phosphate umgeändert wurden; öfters bleibt dabei auch die Basis gelöst. Kohlens. Ammon u. kohlens. Kalk können diese theilweise Zersetzung bewirken; auch kiesels. Kalk kann phosphors. Thonerde u. Eisenoxyd zersetzen, u. indem sich kiesels. Thonerde u. Eisenoxyd bildet, PO^5 in Auflösung bleiben (Thénard). Brachte Déhérain kohlens. Kalk u. phosphors. Eisenoxyd oder Thonerde in CO^2-W., so kam phosphors. Kalk in Lösung.

Phosphors. Ammoniak-Magnesia, welche überall gebildet wird, wo ihre Bestandtheile in Auflösung zusammentreffen, ist schwer löslich in W., nur zu 0,74 Z.T. nach Ebermayer in einem W. von 23°, nach Fresenius nur 0,65 in kaltem W.. Ist Salmiak im W. gelöst, so können schon 1,32 Z.T. der phosphors. Ammoniak-Magnesia gelöst werden. Schwefels. Ammoniak-Lösung brachte 1,24 Z.T., Kochsalz 1,23, salpeters. Natron 1,4 Z.T. in Auflösung. Kohlens. W. mit $^4/_5$ seines Volumens CO^2 aber 14,25! (1,425?).

Phosphors. Magnesia löste sich bei Gegenwart von Kochsalz zu 0,76, in salpeters. Natron zu 0,65 Z.T..

Aus dem häufigen Vorkommen der Phosphate u. aus den vorher erörterten Löslichkeitsverhältnissen derselben erklärt es sich, dass sie häufig

vom W. aufgelöst werden, wie auch die Schwerlöslichkeit vieler Phosphate u. die häufige Gelegenheit zur Bildung dieser schwerlöslichen, unter manchen Umständen fast unlöslichen Verbindungen erkennen lässt, warum die PO^5 selten in grösserer Menge gelöst vorkommt.

Das Vorkommen der Phosphors. in M.Wässern ist so allgemein, dass es fast mehr Interesse hätte, diejenigen zu bezeichnen, worin sie nicht ist, als diejenigen, in denen man sie nachgewiesen hat. Man fand sie in Wässern mit kleinem Salzgehalte, z. B. Krankenheil, Muskau, Freyenwalde, Nenndorf, Landeck (0,078 ph. Kalk), Gurnigel, Aachen, Baden im Aargau, Baden-Baden (0,027 ph. Kalk), Kellberg, Brückenau, Schlangenbad, Johannnesbad, Aix, Buxton, Gastein (0,054 ph. Thon.), Luchon (Filhol), als in sehr salzreichen Wässern, z. B. Püllna, Saidschütz, Ober-Alap (0,29 ph. Thon.), Also-Sebes (0,12 ph. Natron), Hall (bis 0,16 Phosphors. nach Netwald), Kreuznach (bis 0,124 ph. Thon.), Homburg, Kissingen, Dürckheim, Wildegg u. manchen andern; sowohl in nicht alkalischen Wässern, z. B. Ofen, Pystjan, Lippspringe, Liebenstein (Liebig), Passy, Pyrmont, Meinberg, Rippoldsau (bis 0,177 ph. Kalk), Ronneby, Langenbrücken (0,216 ph. Kalk nach Bunsen), als in alkalischen Qu. z. B. Arapatak (bis 0,43 ph. Kalk), Bilin (0,084 ph. Thon.), Burtscheid (0,003 PO^5), Elster, Ems (0,014 ph. Thon. nach Fresenius), Franzensbad (bis 0,028), Geilnan (bis 0,16 oder noch mehr Phosphors., nach Fresenius viel weniger), Giesshübl, Gleichenberg (0,122 ph. Thon.), Karlsbad, Königswart (0,013 ph. Thon.), Kudowa (0,067 ph. Kalk), Luhatschowitz (0,048 ph. Thon.), Marienbad (bis 0,069 ph. Natron), St. Moritz, Roisdorf (0,66 ph. Natron), Rohitsch (0,163 ph. Kalk), Royat, St. Nectaire, Selters (über 0,278 ph. Natron), Vichy (Lefort). *) In vielen dieser Wässer ist die Kohlens. vielleicht ein Beförderungsmittel der Auflösung, wie es im Mitterbade, das unter wenigen Granen fester Substanzen 0,267 phosphors. Kalk enthält, ein kleiner Gehalt an freier Schwefels. sein könnte.

Selten mag PO^5 die andern Säuren an Menge übertreffen, wie es in den Sauerwässern von Chateldon der Fall ist, in denen neben 1,53 u. 0,62 Z.T. PO^5, sind: 0,2 u. 0,2 SO^3 u. 0,05 u. 0,1 Salzsäure.

Merkwürdig ist ein gemeiner Brunnen, worin Hamm unter 16 Z.T. festen Gehalts 3,248 Z.T. phosphors. Kalk antraf. In einem eisenhaltigen Sumpf-W. mit 4,15 Z.T. festen Gehalts bestimmte Liebig die PO^5 zu 0,109.

Wie allgemein PO^5 vom W. gelöst wird, zeigt der grosse Gehalt der Pflanzenaschen an diesem Stoffe. Die Pflanzen nehmen ihn mit der Feuchtigkeit der Erde in kleinen Mengen allmälig auf. Auf Bergkuppen, wo nie Dünger hingekommen, finden sich Vegetabilien, die PO^5 enthalten, welche sie mit dem W. aufgenommen haben müssen.

Ein saures W. eines vulkanischen Sees hatte fast 23 Z.T. PO^5 in Lösung (S. 184).

---

*) Es wurde hier der Gehalt an PO^5 aus dem Phosphate nicht berechnet, weil es oft nicht sicher war, welches Phosphat der Chemiker supponirte.

Im Meer-W. fanden Spuren von Phosphors.: Clemm, Beyer, Mialhe, Forchhammer. Jackson fand im Meer-W. aus 100 Ellen Tiefe von -1^0 nur Spuren, aus dem in 450 Ellen Tiefe genommenen, 6°6 warmen W. aber in 1 Gramm Seesalz 0,06 Phosphors. (Das wäre ja über $^1/_{17}$ des Residuums!)

Die vom W. aufgenommene PO^5 wird sehr häufig daraus auch wieder abgeschieden; aus den phosphorsauren Alkalien bilden sich durch Wechselzersetzung besonders leicht phosphors. Erden u. phosphorsaures Eisen. Verschiedene Bodenarten saugen etwa $^1/_{1000}$ ihres Gewichts phosphors. Kalk aus seiner Lösung auf. Kreide mit einer kohlens. Lösung von phosphors. Kalk benimmt nach Mulder dieser langsam die PO^5. Schüttelt man Eisenoxydhydrat nur 1 Minute lang mit einer Lösung von phosphors. Kalk in kohlens. W. u. filtrirt hierauf, so ist der ganze Phosphorsäure-Gehalt aus der Flüssigkeit verschwunden u. molybdänsaures Ammoniak zeigt keine Spur mehr davon an, während Kalk in Lösung bleibt. Thonerdehydrat fällt die PO^5 in ähnlicher Weise. Selbst ein Strom von CO^2 hindert nicht die Ausfällung der PO^5 durch Eisenoxyd. Auch fallen Eisen- oder Kupfervitriol oder kohlens. Eisenoxydul die PO^5 aus der kohlens. Lösung des Kalk- oder Alkali-Phosphates. Verschiedene Erdarten übten auch auf die in kohlens. W. gelöste phosphors. Ammoniak-Magnesia eine Anziehung aus. Auch hier ist es vorzugsweise das Eisenoxydhydrat, welches alle PO^5 aus der Lösung entfernt. *) Cf. S. 177, 178.

Die meisten Phosphate, die in der Natur vorkommen, namentlich die Phosphorsäure-haltigen Sumpf- u. Rasenerze sind das Produkt solcher u. ähnlicher Fällungen. Vgl. Ludwig Natürl. Wässer, 1862.

Zuweilen kommt die PO^5 auch in natürlich gebildeten Quellabsätzen vor, selten aber in grosser Menge. In einer Art der Sinterungen der Teplitzer Thermen hat Ficinus aber 62 % Eisenoxydul-Phosphat gefunden. In künstlichen Sinterungen, nämlich in Kesselsteinen gemeiner W. fand Völcker 0,03—1,25 % PO^5.

§. 172. Arsenige Säure, AsO^3, und Arsensäure, AsO^5.

> In multis aquis arsenici virus remittitur haud dubie, seu aquarum ipsarum copia seu spacio diluatur, adeoque nonnullae pro medelis inoffense sumuntur. *Bauhin.

Arsen, dessen Aequivalent 75 ist, verbindet sich mit O in mehreren Verhältnissen. In arseniger Säure sind 75,76 %, in Arsensäure 65,22 % Arsengehalt; 100 Arsensäure enthalten also so viel Arsen, wie 86,09 arsenige Säure. Aus den Aequivalenten der arsenigen Säure (99) u. der Arsensäure (115) lässt sich der Gehalt der arsenigs. oder arsens. Salze leicht berechnen. (Cf. S. 301, Anm.) Arsensulfür hält 60,98 % Arsen.

---

*) Gleichwohl können Drainwässer noch PO^5 enthalten; z. B. hatte ein nach dem Düngen mit Guano abfliessendes W. etwa 0,05 verschiedener Phosphate (Wilson).

Einiges über die Methode, Arsen nachzuweisen u. zu bestimmen.

Um im Sinter des W. von Wiesbaden Arsen zu finden, verfuhren Figuier u. Rigout wie folgt. 200 Gr. wurden in 500 Gr. Salzs. mit Hülfe der Wärme (nicht über 100°, damit sich kein Chlorarsen verflüchtige: Rigout) gelöst u. die ungelöste Kieselerde abgetrennt. Die genügend concentrirte Flüssigkeit wurde mit gleichem Volumen schwefeliger Säure versetzt (Rigout führte in die warme Flüssigkeit gewaschene SO^2 ein), um die arsenige Säure in Arsensäure überzuführen, dann gekocht, um SO^2 zu vertreiben, filtrirt, um den Gyps abzuscheiden, dann mit HS versetzt mittels eines Woulf'schen Apparates, dessen Waschflasche von derselben Salzsäure enthielt, wie anfangs zur Auflösung in Gebrauch war. Es fiel durch den HS gelbes Schwefelarsen nieder. Nach Erwärmung der Flüssigkeit, wurde sie filtrirt, der Niederschlag gewaschen u. auf dem Filter mit verdünntem Ammoniak gelöst, dann wieder mit Salzsäure gefällt. Entweder wurde jetzt das Schwefelarsen gewogen oder nach Auflösung in Königswasser die gebildete Schwefelsäure u. daraus mit der Annahme, dass der Niederschlag AsS^3 war, das Arsen berechnet. Da das Schwefelarsen etwas freien Schwefel enthalten konnte, war es zweckmässig, die Flüssigkeit, welche Schwefels. u. Arseniksäure enthielt, mit Ammoniak zu neutralisiren u. daraus durch Zufügen von schwefels. Magnesia arsens. Ammoniak-Magnesia zu fällen, dies dann zu glühen u. nach der Formel $AsO^5+2(MgO)$ zu berechnen. (Rigout löste das Schwefelarsen in Ammoniak, trocknete ein, löste in Salpeters., die mit etwas chlorsaurem Kali versetzt war, um Arseniksäure zu erhalten, setzte zur sauren Flüssigkeit einige Tropfen reiner Schwefels., concentrirte sie, um einen Theil der Salpetersäure u. des Chloroxyds auszutreiben, übersättigte mit Ammoniak, setzte schwefels. Magnesia zu u. bestimmte die geglühte arsens. Ammon-Magnesia. Die arsens. Ammon-Magnesia erleidet aber einen nicht unbedeutenden Verlust beim Glühen. Vgl. Fresenius Anleit. zur quant. Analyse 1859.)

Henry gibt folgende Methode zur Dosirung des Arsens an. Den Abdampfungsrückstand grosser Mengen oder den ockerigen Quellabsatz erhitzt man in Porzellan oder Platin mit sehr reiner leicht verdünnter Schwefelsäure, um die organische Substanz zu zerstören. „Ist die Verkohlung geschehen, ohne dass das Residuum vollkommen trocken geworden ist," behandelt man dieses mit kochendem W., u. bringt die filtrirte Flüssigkeit in den Marsh'schen Apparat, wo man mit Zink u. verdünnter Schwefelsäure (beide vorher geprüft), Wasserstoff entwickelt, der zuerst eine hufeisenförmig gebogene Röhre mit Chlorcalcium durchläuft, dann in reine Salpeters. eintritt u. am Ende nochmal durch etwas Salpeters. geht, um die letzten Antheile des Gases aufzunehmen. (Man kann noch nach Leforts Vorschlag das austretende Gas auf Arsen prüfen.) Ist die Operation fertig, so vereinigt man die Produkte (der Einwirkung der Salpetersäure auf den Arsenwasserstoff), neutralisirt sorgfältig mit Kali, verdampft zur Trockenheit u. löst wieder mit W., in welcher Lösung, die auch nicht merklich sauer sein darf, man durch Hinzufügen von verdünnter Silbersalpeter-Auflösung, einen Niederschlag von arsensaurem Silber hervorbringt, der zur quantitativen Bestimmung dient. (Bei einem leichten Ueberschuss von Alkali würde sich Silberoxyd fällen, bei nur etwas saurer Reaktion würde nicht alles Arsen niederfallen.) — Zur Entwicklung des Arsenwasserstoffs ist Salzsäure der Schwefels. vorzuziehen. Lefort überzeugte sich, dass, wenn er sechsmal den Rückstand mit Schwefels. ausgezogen u. mit W. gewaschen hatte, doch Salzsäure noch Arsenflecken hervorbrachte. Der entwickelte Wasserstoff muss Blase für Blase in die Salpeters. treten u. die Röhre mit Salpeters., in welche das Gas tritt, eng u. lang sein.

Filhol's Verfahren ist folgendes. Der entwickelte Wasserstoff geht durch eine lange, mit Asbest gefüllte Röhre, dann durch eine viel engere, zuvor genau gewogene, die sehr fein zertheiltes metallisches Kupfer (aus dem schwarzen Oxyd durch Wasserstoff reducirt) enthält. Diese Röhre wird fast bis zum Rothglühen erhitzt. Das Ende des Apparates bildet eine U-Röhre mit salpeters. Silber-Lösung. Man lässt den Apparat einen ganzen Tag in Arbeit. Die Gewichts-Vermehrung des Kupfers zeigt den Betrag des Arsens an. (Jedenfalls ein sehr umständliches Verfahren!). Nach Thénards Bemerkung muss die zu glühende Röhre eng, von grünem Glase u. durch einen Ueberzug (lame de clinquant) geschützt sein u. die Operation ganz langsam vor sich gehen.

Wird M.W. abgedampft, um Arsen im Rückstande zu finden, so ist vorher ein Kalizusatz nöthig, da es sich bei schwacher Mineralisation leicht verflüchtigt (Lefort).

Vielleicht hat es auch noch ein Interesse zu wissen, wie weit unsere chemischen Mittel zur Entdeckung des Arseniks reichen, da wegen der bekannten Wirksamkeit kleiner Mengen desselben die Gegenwart von Minimalquantitäten in Frage kommt. Schon $^1/_{2000}$ Gran Arsenik ist in 4 Tropfen W. durch Silbersalpeter-Ammoniak, ja $^1/_{4000}$ gr. Arsenik in 10 Tropfen, die also nur $^1/_{40000}$ Gewicht Arsenik enthalten, durch *HS* aufzufinden (*Taylor). Enthalten 10000 Th. W. also nur 0,00065 *As*, so muss sich dieses, wenn es nicht bei der Abdampfung niederschlägt, auf den Zusatz von Reagentien zum concentrirten W. verrathen. Die Marsh'sche Probe geht aber noch viel weiter. Nach Signoret soll man mit ihr bis $^1/_{200}$ Milliontel Arsenik in einer Flüssigkeit entdecken können. Taylor fand aber, dass 2 Fluid-Unzen einer Flüssigkeit, worin nur 1 Milliontel Arsenik war (also im Ganzen $^1/_{1080}$ gr. oder in 10000 0,01), erst leicht braune Flecken lieferten, u. dass eine Fluid-Unze mit $^1/_{48000}$ Antheil Arsenik, also mit 0,2 in 10000, ganz charakteristische Ablagerungen auf dem Glase machte. Neulich hat F. C. Schneider ähnliche Versuche angestellt. Im Marsh'schen Apparate konnte er 1 Milligr. sehr gut, höchstens aber $^1/_{10}$ Milligr. arseniger Säure nachweisen. Eine Flüssigkeit mit $^1/_{10000}$ Gehalt gab mit Salpetersäure angesäuert auf Zusatz von *HS* nach längerm Stehen einen deutlichen Niederschlag; nahm man 10 C.C. dieser Lösung dazu, so war die Färbung deutlich gelb. Es war auch noch 0,01 arseniger Säure aus 6 Litern W. zu erkennen. *Wien. Ztg. 1859, 817.

Vorkommen des Arsens. Arsen kommt im Steinreiche meist gediegen oder mit Schwefel u. Metallen verbunden, seltener als arsenige Säure, sehr oft nur spurweise in unbekannter Weise vor, z. B. in Erzgängen, im Glimmer, Thonschiefer, in bituminösem Schiefer (Vohl), im Schiefermergel der Weserkette (Becker), im Gneiss, minder häufig im Porphyr, auch im Basalt (worin Daubrée 0,3 Z.T. »Arsenik«, 0,9 Antimon fand), im Uebergangs- u. Flötzgebirge, im bituminösen Kalkstein (0,1 Z.T. Arsen nach Daubrée), namentlich auch in Steinkohlen (Villain, Stein, 1,7—4,2 Z.T. Arsen mit Spuren von Antimon u. Kupfer nach Daubrée), in vielen Eisenkiesen (meist 50—100 Z.T. nach Breithaupt). Becker wies es im thonigen Sphärosiderite u. an vielen Orten im aufgeschwemmtem Lande nach. Im Steinsalze von Sézanne (Marne) fand Latour de Trie Spuren von Arsen. Aus einigen vulkanischen Gasströmen setzt sich Arsen ab. Vom Arsen als Produkt brennender Steinkohlenflötze war schon Rede (§. 102).

Bei dieser allgemeinen Verbreitung kann es nicht auffallen, dass Arsen in neuerer Zeit spurweise auch im Thierorganismus, im Holze, in Baumwollen- u. Leindwandfaser, im Stroh mehrerer Cerealien, in der Asche der Kartoffel, der Rüben u. des Kohls in Minimalgrössen gefunden worden ist.

Vgl. *Arch. d. Pharm. 1849, 129, Poggend. Ann. LXXV, *Polyt. Centralbl. 1850.

Das metallische Arsen ist unlöslich in W.. Die arsenige Säure ist jedoch ziemlich löslich. Taylor fand, dass kochendes W. fast $^1/_{400}$ seines Gewichts, kaltes W. nur $^1/_{500}$—$^1/_{1000}$ löste. Die Löslichkeit derselben wechselt aber nach ihrem Aggregatzustande. Andere nehmen noch einen viel grösseren Löslichkeitsgrad als den eben angegebenen an. Die Gegenwart von starken Mineralsäuren begünstigt die Auflösung. Noch leichter löslich ist Arsensäure.

Arsenigsaures oder arsensaures Kali, Natron, Strontian sind löslich; die arsenigsauren Metalloxyde sind im Allgemeinen wenig

löslich, ganz unlöslich in reinem W. sind das Kalksalz u. das Magnesiasalz; arsenigsaurer Kalk, Magnesia u. arsenigs. Eisenoxyd sind aber bei Gegenwart von Salmiak etwas löslich. Auch bewies van den Broeck, dass kohlens. W. aus arsenigsaurem Kalk eine reichliche Menge Arsenik aufnimmt (*Flandin, Tr. des poisons, 1846, 439). Ein Theil von wasserfreier arsensaurer Ammoniak-Magnesia fordert 5154 Theile W. von 15⁰, aber, je nach der Concentration, nur 1044—1600 Salmiaksolution zur Lösung. Arsensulfür ist für sich in W. fast unlöslich (0,01 in 10000 W.), wird aber doch bei Gegenwart von *HS* spurweise gelöst. Blondeau glaubte, dass es im W. von Cransac durch Salmiak u. Jodammonium gelöst sei u. in andern Wässern durch Chlorkalium u. Chlornatrium.

In China scheint man auch schon vor langer Zeit die Vermuthung gehabt zu haben, dass es arsenhaltige Wässer gebe. So sagt der chinesische Kaiser Kang-Hi in den Physik. u. naturwiss. Beobachtungen: „Ich weiss, dass man Arsenik in einigen sehr berühmten Quellen gefunden hat, dass die Natur durch Zersetzungen u. Mischungen, wovon sie das Geheimniss bewahrt, Gifte in Heilmittel umwandeln kann; aber ich weiss auch, dass man besser die Arten der Krankheiten, worin die Bäder nützlich sind, würde bestimmen können, wenn man die besondern Eigenschaften dieser erforscht hätte.“ Boyle (1685) hat Arsenik als Bestandtheil der M.W. vermuthet. „L'arsenic peut se rencontrer dans les eaux minérales, ce qui n'est pas étonnant, car ce corps existe abondamment dans l'intérieur de la terre d'où jaillissent ces eaux. Il est très difficile d'en constater la présence, il n'est que faiblement soluble dans l'eau,“ Sicher hatte aber schon Bauhin (1600), wie aus der obigen Stelle hervorgeht, eine Ahnung davon, dass Arsen zuweilen in kleiner Menge in die Mischung vieler M.W. eintrete, wie auch Henkel, der sich darüber vermuthend äusserte: „Verum, quaeso illos, mihi dicant, utrum nesciant, arsenicum, minimum externe, optimam praebere medicinam? porro, an thermarum, famigeratiorum saltem, docimasiam ita inierint, ut dejerare queant, plane nihil in illis inesse arsenici?“ *De therm. artif. 1727. Ja J. F. Henkel soll in einer sächsischen Qu. wirklich eine Spur Arsenik gefunden haben (*Kölreuter M.Qu. des Herzogth. Badens I, 1820, 19). Nach einer andern Nachricht fand Henkel ⅛ Gran Arseniksäure „in einigen Pfunden“ des Schlackenbad-W. zu Freiberg, also nicht in einer Quelle. (Cf. dessen vor 1758 erschienene *Pyritol. c. 10 et 14, trad. franç. 359; Annal. Wratislaw. IX.) Auch Breislak soll Arsen in 60—70⁰ heissen Dämpfen oder Quellen gefunden haben. Man hat damit aber wohl nur folgende Stelle gemeint: „Sowohl der rothe als gelbe Schwefelarsenik ist in den Dämpfen des Vesuvs, der Solfatara u. anderer Vulkane häufig. Der rothe ist oft krystallisirt.“ *Geologie III, 1. Abth..

Von ältern Nachrichten erwähne ich folgende.

Eine Qu. in der Bukowina u. in dem an Siebenbürgen anstossenden Theile der Karpathen soll Auripigment in solcher Menge absetzen, dass es Handelsartikel werde (?). (Fichtel Mineral. Bemerk. 1791, I, 149.)

An einem Orte, wo Arsenik gebrochen wurde, enthielt ein solches W. $^1/_{16000}$—$^1/_{60000}$ Arsenik (Fischer 1833).

In mehreren Stollenwässern Schlesiens wurde Arsen von Reich (wann?) u. in Absätzen solcher im Harze angeblich von Rammelsberg gefunden.

Tripier brachte einen neuen Aufschwung in die auf Arsen gerichteten Nachforschungen, als er (1839) in einer afrikanischen Therme diesen Stoff nachwies. Schafhäutl hat dann im J. 1840 Arsen, Antimon u. Zinn in Eisenoxyd-Niederschlägen aus W. bemerkt. Darauf haben besonders Walchner u. Chevallier mit Gobley in vielen W. nach Arsen gesucht. Nicht selten hat man das Arsen in den concentrirten W. selbst gefunden, noch öfter

aber aus dem Arsengehalte des Sinters oder Ockers, den die Qu. absetzt, auf den Arsengehalt des W. selbst geschlossen. *)

Im Nachfolgenden habe ich eine Aufstellung quantitativer Angaben über den Arsengehalt der Mineral-W. gemacht, alles auf Arsenmetall für 10000 W. berechnet. Es ist dabei freilich zu beachten, dass man meistens aus dem Verhältnisse von Arsen zum Eisen oder Kalk in den Ockern oder Sintern nach Bestimmung des Eisens oder des Kalkes im W. auf die Menge des im W. vorhandenen Arsens geschlossen hat, was kein bindender Schluss ist, da die Bestandtheile nicht nach den relativen Mengen, worin sie in den W. vorkommen, ausscheiden. **)

La Bourboule enthält nach Thénard 0,085 *As* (oder 0,0085 nach anderem, wohl unrichtigem Referate).

Die Qu. Haute Richard zu Cransac ***) enthielt nach Blondeau im Aug. 1849 0,0015, im April 1850 0,055 *As*. Die gewöhnliche Menge ist 0,0013. Die Qu. Fraysse hat nur 0,0006.

Bussang (nach dem Referate des Dict. des Eaux) 0,02 *As*.

Vichy. Chevallier fand in allen dortigen Qu. Arsen. In den meisten, namentlich auch in der Grande Grille, war nach Bouquet nur ca. 0,01 Arsensäure, in 6 andern aber ca. 0,02, also 0,013 *As*.

Kudowa. Nach Duflos (1850) enthält der Oberbrunn 0,0107 arsens. Eisenoxydul ($2\,FeO\ AsO^5$?), die Trinkqu. 0,0156, der Oberbrunnen 0,0209 davon, also (?) der Oberbrunnen: 0,013 *As*.

Medague enthielt auch ca. 0,01 Arsensäure nach Bouquet.

Jahnl fand kaum 0,0001 Z.T. Arsenik im Karlsbader W.; rechnet man aber nach dem Gehalte des Sinters u. für die Annahme von 3 Z.T. kohlens. Kalk im W., so erhält man 0,0112 arsenige Säure = 0,0085 *As*.

St. Nectaire (Boëte) nach Thénard 0,0082 *As*. Der Gros-Bouillon hat nur 0,0061 u. Mont-Cornador nur 0,0057.

Sentein nach Henry Spuren, nach Michel 0,01 arsenige Säure = 0,0075 *As*.

Nach Keller enthält zu Kissingen der Rakoczy 0,009 Z.T. arseniger Säure = 0,0068 *As*.

---

*) Ueber die Geschichte der Auffindung s. Chevallier in Bull. de l'Acad. impér. XX (20 p.).

**) Zudem war zuweilen nicht der Gehalt an Säure, sondern an Arsen-Salzen angegeben, ohne dass deren Formel mitgetheilt sei. Dabei entsteht dann die Frage, welches Salz gemeint ist. Vielleicht hat man vorzugsweise die Salze mit 2 Aequivalenten Basis angenommen, also AsO^3, $2\,MO$, beim Eisenoxyd $3\,AsO^3$, $2\,Fe^2O^3$ oder $3\,AsO^5$, $2\,Fe^2O^3$. In diesen Salzen ist nach den Tabellen bei Lefort:

AsO^3 in arsenigs. Natron 61,51, in arsenigs. Kali 51,24, arsenigs. Magn. 71,23, arsenigs. Kalk 63,88, arsenigs. Eisenoxydul 57,9, arsenigs. Eisenoxyd 78,77;

AsO^5 in arsens. Natron 65, arsens. Kali 57,15, arsens. Eisenoxydul 61,5, arsens. Eisenoxyd 68,32 (richtiger 68,69).

In einfach arsenigsaurem Natron sind 76,15 % Arsenigsäure, in einfach arsensaurem Natron 78,77 Arsensäure.

***) In den Efflorescenzen des brennenden Steinkohlenflötzes von Cransac, welchem die dortigen Qu. ihren Gehalt an Schwefels., Eisen etc. verdanken, findet sich auch Arsensulfür.

Der Pandur, in der Voraussetzung, dass er 0,65 kohlens. Eisenoxydul besitze, hat der Rechnung nach 0,0114 arseniger Säure; weil er nur 0,264 von jenem hat, bleiben 0,0046 = 0,0035 *As*.

Hammam-Meskoutine nach Tripier 0,005 *As*.

Plombières. Duval u. Caventou fanden in allen Thermen von Plombières Arsen (Plomb. 1849, 23—29). Crucifix- u. Augenqu. nach Henry 0,006 Natronarseniat, Damenqu. 0,007, also diese wohl 0,0045 *As*.

Montdore. Chevallier fand Arsen; Thénard gegen 1854: Arsen 0,000053 (im Litre 0milligr.,053) = 0,000812 (sic!?) arseniger Säure = 0,001253 arséniate de soude. So nach dem Annuaire; nach anderm Referat 0,01058 Arsensäure oder 0,007 *As*.

Reinerz. In 10000 W. 0,0042 Arsen (Metall?) nach Duflos.

Royat nach Thénard 0,0035 *As*. Auch Lassaigne u. Chevallier trafen Arsen an.

Zu Nauheim ist im Sprudel 0,004 arsensaures Eisen (?) nach Chatin, 0,0024 (?) *As*.

Liebenstein. Nach der Analyse von Reichard 1858, wenn man nach dem Ocker urtheilt: 0,0023 *As*.

Mondorf nach Kerkhoff 0,002 *As*.

Kannstatt. Walchner fand Arsen. Aus der Mischung des Ockers berechnet: 0,001 *As*.

Wiesbaden. Walchner fand Arsen; im Kochbrunnen Fignier 0,0039 Metall, Fresenius nur 0,00065 *As*.

In der Brückenauer Stahlqu. soll auf 100 baier. Maass 1/100 Gran Arsen (?) sein, also etwa 0,00006 Z.T..

Im Emser W. berechnet Fresenius 0,00005 Arsensäure = 0,000033 *As*.

Liebwerda nach Redtenbacher 1848 0,000011 *As*.

Zu Liebwerda rechnet man einen Gran arseniger Säure auf 1250 Eimer W., im Kannstadter W. auf 868 Pfund (Krauss), im Rippoldsauer W. auf 145—250—325 Pfund (200—1300 Pfund nach anderer unrichtiger Rechnung).

Wie schon bemerkt, bleibt arsenige Säure oder Arsensäure häufig nicht mehr gelöst, wenn die M.W. an die Luft kommen, Sauerstoff aufnehmen u. CO^2, Kalk oder Eisenoxyd abgeben, wobei dann sehr oft ein Theil oder die ganze Menge des gelösten Arsens unlöslich wird u. sich dem niederfallenden Kalke oder Eisen zugesellt, um einen Gemengtheil des Sinters oder Ockers zu bilden.

Arsenhaltige Sinter. Der Gehalt wurde auf 10000 Th. des Sinters u. auf Arsenmetall reducirt.

Der Sprudelstein von Karlsbad enthielt nach Leddin u. Blum (Annal. d. Chem. 73. B.) 27,2 Z.T. metall. Arsen oder 67,6 arsenigs. Eisen.

Der Sinter der Grande-Grille zu Vichy, der nur 303 Z.T. flüchtiger Substanz hatte, enthielt nach Bouquet 110 Arseniksäure = 72 Z.T. *As*. Aehnliche Concretionen des Puits-Carré u. der Célestins zeigten nur Spuren von Arsen, eine solche der Qu. Lucas 2 Z.T. Arseniks., aber ein Fragment eines compakten Absatzes aus dem P. Carré sogar 116 Z.T. Arseniksäure = 76 Z.T. *As*.

Eine neuere Inkrustation des P. Chomel 104 = 68 Z.T. *As*

Ein compakter Absatz der Hospitalqu. 34 = 22 Z.T. *As*.

Sinter (Ocker?) der Qu. IV zu Soden nach Casselmann 108,9 Z.T. Arsens. = 71 Z.T. *As*.

Sinter von Wiesbaden 4,95 u. 12,1 Arsensäure = 3,2—7,9 Z.T. *As*.

Arsenhaltige Oeker. Der Gehalt von 10000 Th. Ocker bezieht sich auf Arsen-Metall.

Ocker von Chaudes-aigues ergab nach Chevallier Schwefelarsen 147 auf 7580 Eisenoxyd.

Die Par-Quelle von Chaudes-aigues setzte $3(FeS^2)$ $FeAs$ (Schwefel 33,5, Eisen 41, Arsen 25,5 %) mit 2550 Z.T. Arsenik (?) an. In der (derselben?) Qu. wird der Arsenik(?)-Gehalt nur auf 0,0025 in 10000 geschätzt.

Kaum ein anderer Ocker ist bis jetzt reicher an Arsen gefunden worden als der des Puits-St. Marie zu Cusset. Obwohl er noch 2120 Theile flüchtiger Substanz in sich hatte, so enthielt er doch nach Bouquet in 10000 Theilen: 548 *As*. Ein anderer Ocker derselben Qu. hatte dagegen nur 21 u. einer der Qu. zu Chateldon nur 18 Z.T..

Ein Absatz der Qu. Enclos des Célestins zu Vichy hielt nach Bouquet, obwohl er noch 2570 W. u. organische Substanz hatte, 454 *As*.

Ocker der Qu. Mesdames zu Vichy nach Bouquet mit 1300 flüchtiger Substanz: 333 *As*.

Zu Wiesbaden fanden sich Ocker mit 388 Z.T. arseniger Säure (Kochbrunnen nach Will), 293 *As*, mit 230 arseniger Säure (Adler) u. mit 198 (Lade's Qu.).

Auch Walchner u. Mialhe fanden in den Wiesbadener Thermen Arsen.

Zu Wattwillers (wo Chevallier nur sehr geringe Quantitäten *As* im Absatze fand) hatte der Bodensatz (?) nach Lassaigne 290 *As*.

Zu Ronneburg setzt nach Reichardt die Eulenhofqu. einen Ocker ab mit 101 *As* oder arsenigs. Eisenoxyd ($Fe^2O^3 \cdot AsO^3$) 240,9.

Zu Luxeuil hat die neue Eisenqu. einen Ocker mit 277,2 Z.T. arséniate ferrique.

Ocker der Badequ. zu Alexisbad hat 92,15 oder 95,8 „Arsen“ nach Rammelsberg u, 130 AsO^3 nach Bley. Das Höchste ist also 98 *As*.

Ocker von Rehme nach Wackenroder 70 *As*, nach Adler nur 2,8 arsenigs. Eisenoxyd.

Ocker von Liebenstein nach Ludwig 46 *As*. Ludwig hatte vom (trockenen?) Ocker 76,12 Z.T. Schwefelarsen erhalten; Reichardt später (fast 1/100 des Eisenoxyds) im feuchten 51,18—57,12 AsO^5 = 35 *As*.

Ocker von Nauheim mit 2350 Z.T. Wasser nach Ewald: 39 *As*.

Pyrmonter Brodelbrunn: arsenige Säure nach v. Ankum 23,8, nach Bley 29,33 Z.T.; höchstens also 22 *As*.

Lufttrockner Ocker der Pyrmonter Trinkqu. angeblich 40,5 AsO^3 = (?) 10,3 arseniger Säure nach Hugy, nach van Ankum 40,4 AsO^3, nach Wiggers 20,1 AsO^3; höchstens 30,6 *As*? Die Qu. selbst enthielten nicht so viel Arsen, als man nach seinem Verhältnisse zum Eisen in den Ockern erwarten durfte.

Ocker von Driburg nach Ludwig (in 7700 Theilen des trocknen Absatzes) 6,29 AsO^3 = 4,7 *As*.

Zwei Qu. bei Toulouse bildeten nach Filhol einen Absatz mit 3,2 u. 5,8 Z.T. (arseniger Säure?).

Die Zahl der M.W., worin man schon etwas Arsen aufgespürt hat ist bereits zu gross, um sie alle nennen zu können. Vgl. Liebigs Ann. 1844, XLI, 205, Caventou in Gaz. méd. 1847, 49, Compt. rend. XXIII, 818, 932, Patienti in Alti del Instit. Venet. 3. Sér. II, l. 1, Chevallier in Chem. Centralbl. 1848, Cherullion in Bull. de l'Acad. de Méd. 23 Janv. 1855, Payen in Gaz. des hôp. 1856, 84.

Chevallier zählte schon 43 W. auf, worin man es damals gefunden hatte. Tripier hat es in 84 Qu. von 32 Departements nachgewiesen. Blondeau ging so weit zu sagen, dass alle nur etwas kräftige M.W. Arsen (vorzüglich als Schwefelarsen) enthielten (Acad. des Sciences 1850, Sept.).

Calloud fand in allen warmen u. kalten Chlor-W., Sulfat-W. u. Eisen-W. Savoyens der Lias- u. der metamorphischen Kohlenterrains Arsen. Die W. von Salins enthalten mehr als die andern davon. Man findet aber kein Arsen in den W. der Zone der Terrains, welche sich von der Grenze des obern Lias bis zu den letzten Sedimentär-Formationen erstrecken. (?)

Arsen fand man noch spurweise in den W. von Antogast, Baden-Baden, Bagnols, Bains (Chevallier), Bernerie (Loire inf.), Bigorre, Blumenstein, Bondonneau, Bonneleau, Bourbon-Lancy, Bourbonne, Brohl (Walchner), Buchsäuerling, Cassejouls (Henry), Chateau Gontier (Bayard), Chatenois (Niederrhein-Dep., kleine Spuren im W. nach Chev.), Civillina (Bizio), Contrexeville, St. Denis bei Blois, Dürckheim, Ems, Encausse, Franzensbad (Louisenquelle, nach Redtenbacher), Freyenwalde, Griesbach, Hammam Melouan, Hautrive (Chevallier), Hermoville (Chev.), Homburg, Hymensgarten, Jaude (Chev.), Kirouars (Seine inf., nach Bobierre u. Moride), Lamscheid, Nieder-Langenau, Langenschwalbach (Walchner), Marienbad (Redtenbacher), St. Mart (Chev.), Martigné Briant (Chev.), Eisenqu. bei Metz (Langlois), St. Moritz, Niederbronn (deutliche Quantitäten im Absatz), Passy, Provins, in den W. der Pyreneen (Filhol), Recoaro (Ragazzini), Rheims, Rothenfelde, Rothenfels (Walchner), Schandau, Spa (in 9 Qu.), Sultzbach, Sultzmatt (in beiden besonders im Absatze), Steben, Teinach (Walchner), Tenu (Chevallier), Versailles im Park (Chatin); manche andere nicht zu erwähnen.

Jüngst wurde eine Arsenqu. in Eldorado County von Californien erwähnt. Von einem arsenhaltigen Flusswasser ist schon oben (S. 123) gesprochen worden.

»In der Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Paris vom 8. Juli machte Guyon interessante Mittheilungen über eine arsenhaltige heisse Quelle zu Bou-Chater an der afrikanischen Küste des Mittelmeeres, in der Nähe der jetzigen Stadt Tunis. Das Dorf dieses Namens ist das alte Utica. Diese Qu. nun, auf die Guyon die Akademie aufmerksam macht, ist nicht blos merkwürdig wegen ihres hohen Arsenikgehaltes, sondern sie ist auch von historischer Bedeutung, weil dadurch der Umstand erklärt wird, dass während des afrikanischen Krieges im Jahre 47 v. Chr. die Armee Julius Cäsar's, die aus eben dieser Qu. getrunken hatte, in Folge dessen krank wurde u. man damals behauptete, die Lybier hätten die Brunnen vergiftet. Wie merkwürdig, dass nun erst nach beinahe zwei Jahrtausenden die Unschuld jenes Volkes sollte erwiesen werden!«

»Appian, der griechische Geschichtsschreiber der Bürgerkriege der römischen Republik, schreibt uns Folgendes darüber: Während Curio (das ist der Unterfeldherr Cäsar's) von Sizilien nach Lybien übersetzte, vergifteten die Bewohner dieses Landes, welche vermutheten, er würde seinen Zug nach dem Lager des Scipio wenden, die Brunnen in der Umgebung; u. sie hatten ganz richtig gerechnet: kaum hatte Curio sein Lager aufgeschlagen, als die ganze Armee krank wurde. Alle, welche von dem W. getrunken hatten, verloren einen Theil ihrer Sehkraft; ihnen war, als hätte sich eine Wolke vor ihren Augen gelagert, dazu kam grosse Schläfrigkeit u. Ermattung, womit

sich unaufhörliches Erbrechen u. Convulsionen am ganzen Körper verbanden, so dass Curio in die Nothwendigkeit versetzt war, das Lager abzubrechen, u. sich von Utica zu entfernen. (Appianus lib. II. cap. VII.) Cäsar selbst erwähnt die Qu. in seinem Buche »de bello Africano« u. gibt ihre Entfernung von Utica auf etwas mehr als 1000 Schritt an *). Wenn nun auch jetzt die von Guyon wieder entdeckte Qu. etwas näher als 1000 Schritt an Bou-Chater (dem alten Utica) liegt, so ist doch an der Identität der beiden Qu. nicht zu zweifeln, zumal da es bekannt ist, dass eine Qu. sehr leicht den Ort ihres Zutagekommens ändern kann u. ausserdem an der afrikanischen Küste seit jener Zeit noch weit grössere geologische Veränderungen konstatirt sind.«

»Die Temperatur der besprochenen Qu. ist nach Guyons Untersuchung 40° C.; das W. ist klar u. durchsichtig u. ohne üblen Geruch oder Geschmack. Zehn Liter dieses Wassers enthalten 1,67 Gramme arseniksaures Natron u. Kali u. ausserdem noch etwa 8,4 Gramme anderer unschädlicher Salze, besonders Chlornatrium u. kohlensauren Kalk. Dies ist bei Weitem der höchste Arsenikgehalt, den man je in einem W. gefunden hat. Die jetzigen Bewohner von Bou-Chater trinken das W., nachdem es erkaltet ist, ohne Nachtheil davon zu verspüren, wenigstens im Winter zur Regenzeit. Im heissen Sommer dagegen (u. jener afrikanische Feldzug fand im Sommer bei ungewöhnlicher Hitze Statt) kann man sich wohl vorstellen, dass bei der schnellen Verdunstung des W. das Zurückbleibende dann die aufgelösten Salze, hier also die giftigen Arsenikverbindungen, in viel konzentrirterem Zustande enthalten müsse, als zur nassen Jahreszeit, wenn das W. reichlich fliesst. Es ist auch gar nicht unmöglich, dass der Arsenikgehalt des W. vor 2000 Jahren ein noch höherer gewesen ist als heute. Ausserdem kann sich bekanntlich der menschliche Körper an einen mässigen Arsenikgenuss förmlich gewöhnen, u. das W. jener arsenikhaltigen Qu. konnte sehr wohl den römischen Soldaten, die zum ersten Male davon tranken, höchst nachtheilig für ihre Gesundheit sein, während es den Eingebornen, die daran gewöhnt waren, nichts schadete.« **) (Zeitungsnotiz.)

---

*) Cäsar (de bello civ. II, c. 24) sagt ja nicht, dass die Qu. 1000 Schritte von Utica entlegen sei. „Id autem est iugum directum, eminens in mare, utraque ex parte praeruptum atque asperum, sed tamen paullo leniore fastigio ab ea parte, quae ad Uticam vergit. Abest directo itinere ab Utica paulo amplius passuum mile. Sed hoc itinere est fons, quo mare succedit longius, lateque is locus restagnat: quem si quis vitare voluerit, sex milium circuitu in oppidum perveniet." Die Qu. hatte also zwischen dem Meere u. Utica eine sehr grosse Strecke des Landes versumpft u. musste bedeutend näher als 1000 Schritte an Utica sein.

Die Stelle aus Appian steht de bell. civil. II, 44. Sie lautet abgekürzt: „τὸ ὕδωρ ἐφάρμαξαν .... ὁ στρατὸς εὐθὺς ἐνόσει· πιοῦσί τε τὸ βλέμμα ἀμαυρὸν ἦν, ὥσπερ ἐν ὀμίχλῃ, καὶ ὕπνος ἐπεγίγνετο σὺν κάρῳ· μετὰ δ' αὐτὸν ἔμετοι τροφῆς ποικίλοι, καὶ σπασμὸς ὅλου τοῦ σώματος." Diese Symptome deuten im Ganzen mehr auf eine Erkrankung durch die Kälte des getrunkenen W. einer andern Qu. als auf eine Arsenik-Vergiftung. An eine Concentration des W. durch die Sommerhitze, wie Guyon meint, ist auch nicht gut zu denken, weil die ganze Gegend doch weit u. breit von der Qu. versumpft war. Die Erzählung von Cäsar gibt übrigens andere Ursachen an, warum Curio sich zurückzog. L.

**) Guyon hat die warme Qu. von Bou-Chater schon mehrmals besucht u. sagt über das erste Auffinden derselben noch folgendes Nähere: „Ich machte ihre

Während sogar einzelne gemeine W. Spuren von Arsen enthalten (z. B. zu Villaine St. Aubin nach Pommarède), sind auch Eisen-W. frei von Arsen gefunden worden, z. B. Aulet nach Filhol, St. Allyre, Forges. Frei von Arsen war auch St. Amand (W. u. Schlamm).

Ueberhaupt hat sich gezeigt, dass nicht alle Ocker Arsen enthalten u. dass wieder auch, wo Eisen nicht merklich vorhanden, doch Arsen da sein kann, u. dass Arsen in Wässern aller Art vorkommt.

In welcher Verbindung sich das Arsen im W. aufhält, ist nicht leicht zu bestimmen. In den Absätzen scheint es besonders als Arseniksäure zu bestehen, so zu Alexisbad nach Rammelsberg, zu Wiesbaden nach Fresenius u. Will. Levol scheint ähnlicher Ansicht zu sein (J. de pharm. 1851, XIX, 94). Auch Bouquet schloss aus seinen Versuchen dasselbe (Hist. chim. des eaux de Vichy, 1855). Andere glaubten, dass arsenige Säure zugegen sei u. zwar mit Eisen, Kalk oder Natron verbunden. Viale u. Latini sollen im W. von Tivoli Arsenwasserstoff (H^3As) gefunden haben.

§. 173. Antimonige Säure, SbO^3.

Aequivalent von Antimon 120,3. Antimonige Säure oder Antimonoxyd, SbO^3; Antimonsäure, SbO^5.

Antimon kommt vor in der Natur als Oxyd u. Schwefelantimon. Es scheint übrigens sehr verbreitet zu sein, da man in Steinkohlen u. in Basalt geringe Mengen davon gefunden hat. Dolomieu spricht von Antimon u. Quecksilber der vulkanischen Dämpfe.

Wegen der Geringfügigkeit des in den M.W. gelösten Antimons, worin es meistens als antimonige Säure vorhanden sein soll, wird es überflüssig von der Löslichkeit der Antimon-Verbindungen zu sprechen. Nur sei bemerkt, dass antimonigsaures Natron löslich in W. ist.

Daubrée will Spuren von Arsen u. Antimon im Meer-W. gefunden haben (Annal. des mines 1851, t. XIX, 669).

In Grubenwässern mag Antimon nicht selten sein. Krämer fand es in einem solchen bei Kirchen (Hymensgarten). Antimonhaltig wurden befunden unter andern: Mondorff (v. Kerckhoff), Wiesbaden (Walchner, Ann. der Chem. XLVI, 198, 206, Journ. de Pharm. 1847, XI, 247), Kissingen

---

Entdeckung im Frühjahr 1850 u. verdanke sie einigen Weibern, welche dicht zusammengedrängt sich über den Rand der Qu. beugten u. meine Aufmerksamkeit durch den wiederholten Ruf: „Allu, Allu!“ auf sich lenkten. Dieses Geschrei hatte, wie ich mich sehr bald unterrichtete, zum Zwecke, eine alte Schildkröte, die dort schon seit undenklichen Zeiten lebt, hervor zu locken u. ihr Nahrung zu geben. Diese Schildkröte, die ich 6 Jahre später, im Herbst 1856, dort wiedergesehen habe, steht im Geruch der Heiligkeit unter den dortigen Bewohnern, die sie als eine Art Priesterin oder Heilige ansehen; sie kömmt alsdann aus ihrem Versteck hervor u. lässt sich ohne Schwierigkeit anfassen. Bei meinem letzten Besuche hatte sie das Geräusch meiner Schritte an den Rand der Quelle gelockt, indem sie mich ohne Zweifel für eine ihrer gewohnten Besucherinnen hielt. — Die Quelle entspringt unter einem Palmenbaume u. bildet ein kleines Bassin von 2 Meter Durchmesser. Durch einen roh aufgeworfenen Steinwall, welcher der oben erwähnten Schildkröte zugleich als Zufluchtsort dient, wird das W. etwas zurück gehalten u. der Ueberfluss läuft über die Steine hinunter u. verwandelt die umliegende Ebene in ein sumpfiges Terrain.“

(Keller: in 1000 Pf. 1—1,15 Gran Oxyd, oder 0,0013—0,0015 Z.T.), Brückenau (Keller: in 1000 Pf. 0,049 Gran Oxyd, oder 0,00006 Z.T.), Ronneburg (im Ocker neben Arsen, Silber etc. Reichardt), Rippoldsau (Will: in 1300 Pf. 0,1—0,24 Gran Oxyd oder 0,0001—0,0002 Z.T.), Pyrmont, Driburg, Liebenstein, Alexisbad (Bley im Absatze), Bussang, Blumenstein, Füred, Karlsbad (Göttl), eine Qu. in Afrika in der Nähe von Antimonsulfüren (Tripier). Das W. von Entlibuch bei Schüpfheim, welches 0,1 Antimonoxyd in 10000 enthält, wird durch *HS* orangegelb (Journ. f. prakt. Chem. X, 3). Das ist wohl die grösste bis jetzt in einem W. gefundene Menge.

§. 174. Borsäure, BO^3.

Boron, *B*, dessen Aequivalent 11 ist, bildet mit 3 Aequivalentgewichten *O* die Borsäure, BO^3, mit 3 Aequ. Wasser dazu, das Borsäurehydrat. Das Hydrat gibt bei beginnender Glühhitze das W. vollständig ab. Bei 20° lösen 10000 Th. W. 400 Th., bei 100° 3400 Th. (nach Morveau weniger). Borsäure ist eine schwache Säure, die von den meisten andern Säuren ausgetrieben wird; sie ist fix, doch verflüchtigt sie sich leicht mit Wasserdämpfen, in einem geringen Grade selbst bei 50°. Leitet man W.-Dämpfe über glühende Borsäure, so wird diese von ihnen aufgenommen. Sie löst kohlens. Mangan- u. Eisen-Oxydul. Eine Lösung von BO^3 nimmt viel CO^2 in sich auf. Mit Natron bildet BO^3 einfach borsaures Natron, $NaO\ BO^3$ u. zweifach borsaures Natron, $NaO\ 2\ BO^3$; beide nehmen beim Krystallisiren W. auf. Sie sind in W. leicht löslich.

Nachweis. Die Methode von Rose qualitativ BO^3 nachzuweisen, beruht darauf, dass eine mit Salzsäure angesäuerte Flüssigkeit, die nur Spuren von BO^3 enthält, ein mit Curcuma gefärbtes Papier nach wiederholtem Eintauchen u. Trocknen intensiv roth färbt. Barruel modifizirte dies Verfahren. Den Abdampfungs-Rückstand löst man in einer kleinen Menge mit Schwefels. angesäuerten Wassers. Ein Porzellantellerchen wird durch einige Tropfen ätherischer Curcuma-Tinktur mit einer dünnen Schicht dieses Farbstoffes gefärbt. Die gefärbten Stellen berührt man mit einem in die zu prüfende Flüssigkeit getauchten Glasstabe u. erhitzt gelinde. Ist die Schwefels. nicht zu sehr in Ueberschuss, so werden durch die Borsäure die berührten Stellen roth. Lefort hat übrigens gefunden, dass die Rückstände von M.Wässern, in denen er durch die grüne Färbung der Weingeistflamme dennoch kein Bor nachweisen konnte, gleichwohl das Curcuma roth färbten. Die gewöhnlichen Salze der W., mit Ausnahme der alkalischen Silicate, hatten eine solche Wirkung nicht, wenigstens nicht jedes einzeln für sich geprüft. Die Kieselsäure räth er aber jedenfalls zu entfernen vor der Probe. Er bindet die Borsäure, wenn sie frei ist, an Ammoniak, trocknet ein, lässt den Rückstand in einer Schale unter einer Glocke an Salzsäure einige Stunden stehen, löst in W., trennt die Kieselsäure, taucht zu wiederholten Malen Curcuma-Papier-Streifen in die Flüssigkeit u. trocknet bei 90—100°. Damit aber nicht zufriedengestellt, neutralisirt er mit Ammoniak, dampft ab, zersetzt mit etwas Salzsäure, trocknet im Sandbad u. löst in Alkohol, der dann in einer Schale angezündet wird u. dessen Flamme an der Spitze grünlich ist, wenn BO^3 vorhanden ist. Ist viel BO^3 vorhanden, so kann man sie in der mit Ammoniak saturirten u. theils eingedampften Flüssigkeit mit Chlorcalcium fällen u. das Präcipitat in etwas kochendem W. aufnehmen, etwas Salzsäure zusetzen u. erkalten lassen, um Borsäure-Krystalle zu erhalten.

Die borsauren Salze werden zum Theil leicht zersetzt. Heisses W. treibt aus dem Doppelsalze von bors. Natron-Magnesia die Borsäure fast

vollständig aus. Bors. Magnesia u. bors. Eisenoxydul werden beim Kochen mit W. zersetzt. Wird eine Salmiaklösung mit Borax, Boracit oder Datolith gekocht, so wird einerseits Ammoniak frei, andererseits bei Ueberschuss von Salmiak der Borax vollständig in Kochsalz zerlegt. Es bedarf daher in vulkanischen Gegenden, wo das Vorkommen des natürlichen Salmiaks etwas Gewöhnliches ist, nur der gleichzeitigen Anwesenheit eines solchen Minerales, um Entwicklungen von Ammoniak- u. Borsäure-Dämpfen zu erklären. (Ann. d. Chem. u. Phys. LXVIII, 122—127. Vgl. Bischof Geol. I, 669—691.)

Vorkommen. Die Borsäure kommt als primäre Bildung fast nur im Turmalin vor, der sich in verschiedenen krystallinischen Gesteinen eingewachsen findet u. zwar zu 2—12 %; spurweise auch in Glimmer, Lepidolith, Feldspath etc.. Spuren von Bor fand Filhol in den Feldspathen der Pyreneen u. im Pegmatite. Alle übrigen Borsäure-haltigen Fossilien, welche sich auf Klüften u. Gängen oder in Blasenräumen finden, sind schon sekundärer Art. Derartige sekundäre Bildungen sind folgende: der Axinit mit 2—6 % Borsäure, Datolith (bors. Kalk mit kiesels. Kalk) mit 21,5 %, Bothryolith u. Enkelatit mit 20 %, der Borax (bors. Natron) mit 37 %, Boracit (bors. Magn.) mit 69 %, Hydroboracit (bors. Kalk u. Magn.) mit 50 % Borsäure. Im Allgemeinen sind die sekundären Fossilien selten, wogegen die Turmaline sehr verbreitet sind. Der Boracit war nur im Anhydryt von Lüneburg u. Segeberg gefunden, bis er vor einigen Jahren beim Bohren einer Soole in derber Beschaffenheit u. bedeutender Menge in der Steinsalzformation bei Stassfurth entdeckt wurde. Vielleicht ist der derbe Boracit wegen seiner Aehnlichkeit mit Steinsalz in andern Steinsalzgebirgen nur übersehen worden. Borsaures Natron blüht aus dem Boden in manchen Gegenden von China, Tübet, Indien. Zuweilen findet man Borsäure als dünnen Ueberzug der Laven bei aktiven Vulkanen (Baudrimont). Im Krater von Vulcano auf den liparischen Inseln kommt nach Warington Borsäure mit Salmiak sehr reichlich vor, deren Entstehen er aus Borstickstoff, der auch noch unzersetzt vorkomme, ableitet. Die seidenartig glänzenden Schüppchen der Borsäure bedecken hier wie frischgefallener Schnee den rothgelben Selenschwefel der dortigen Laven. Spuren von Borsäure kommen noch in der ägyptischen Trona (Natroncarbonat) u. in vielen Kalisorten vor.

Aus Dämpfen condensirte Borsäure. In Toskana, am Monte-Cerboli, zu Castel nuovo im Cecinathale, zu Lasso am Monte rotondo, am Lago del Edificio, zu Lussignano u. Serrazano im Cornia-Thale u. s. w. entwickeln sich ununterbrochen fort Borsäure-haltige Dämpfe u. Gase, Suffioni genannt, die kleine Pfützen bilden u. deren W. mit Borsäure beladen. Vgl. Taf. III, Fig. 1.

Das W. der Lagoni hat sich von selbst angesammelt oder ist aus Quellen zugeleitetes. Es wird durch die von unten zu aus feinen Kanälen einströmenden Dämpfe bis auf 93—95° oder bis zum Sieden erwärmt u. mit Borsäure bis zu 100—150, höchstens 200 Z.T. beladen. Die Temperatur in den Suffioni schwankt nach Payen zwischen 97—100°; nach Larderel beträgt sie über 125; nach Andern 120—145°. Es ist also die grosse Spannung dieser Dämpfe erklärlich. Das meist trübe, schlammige W. wird von ihnen mehrere Fuss hinaufgeworfen. Wird das W. abgeleitet, so kommen

Schlammausbrüche zu Stande u. erheben sich Eruptionskegel. Wo die Dämpfe unmittelbar aus dem Felsen kommen, haben sie die Kraft, Steine klafterhoch in die Luft zu schleudern.

Man benutzt die Lagunen (u. Qu.?) von Monte rotondo, M. Cerboli, Lusignano, Castel nuovo, Lasso (Sasso?), San Frederigo, Lugo, St. Ipolito, Aequavina, Serrazzano zur Bereitung von Borax. 1846 waren 400 Abdampfkessel von je 10′ Oberfläche im Gange u. ausserdem noch schmale Kessel von 300′ Länge, in denen das W. in verschiedenen Abtheilungen concentrirt wird. So werden täglich mehr als 6000 Kilogr. W. verdampft. Die Heizung dazu (wie auch in den Trockenstuben) ist vulkanisch; man sucht durch Graben den Erddämpfen einen Weg zu eröffnen u. umgibt dann den Dampfstrahl mit einem hölzernen Kamin u. ummauert ihn. Aus dem concentrirten W. setzt sich bei der Abkühlung Borsäure ab. So wurde 1846 gegen 1 Million Kilogramm Borsäure (wohl im Ganzen an allen den genannten Orten) gewonnen. (Larderel in Compt. rend. XXIII.)

Am Monte rotondo liefern bis zu 45 Meter niedergetriebene Bohrlöcher die zum Abdampfen des W. nöthige Wärme, so dass auf einem Raume eines Quadratmeters täglich 160 Liter verdampfen u. man jährlich bis 150 000 Kilo Borsäure gewinnen kann. Selbst die in den Dämpfen der Bohrlöcher aufsteigende Borsäure geht dabei nicht verloren.

Die Gase der Borsäure-Suffioni sind nicht überall dieselben. Payen fand die Gase zusammengesetzt aus CO^2 57, N 34,8, O 6,57, SO^3 1,32. Deville fand in den Gasen CO^2, HS, auch Kohlenwasserstoff u. N; O fehlte ganz oder fast ganz. Nach Thomson riecht man den HS der Suffioni $^1/_2$ Meile weit. Auch schwefelige Säure findet sich. Ueberall, wo die Dämpfe enge Spalten oder poröse Körper durchdringen, setzen sie auch Schwefel ab. Die condensirbaren Produkte u. sekundären Erzeugnisse der Dampfströme sind veränderlich, bestehen aber gewöhnlich aus W., Sulfaten von Kalk, Ammoniak, Thonerde, Eisen, Salzsäure, organischen Substanzen, die nach Meerwasser riechen u. endlich, jedoch nicht immer, aus Borsäure. Nach C. Schmidt enthalten die unmittelbar ohne Wasserzutritt condensirten Suffioni der Borsäure-Fabrik am Monte Cerboli Borsäure (etwa 0,1 %), Ammoniak, viel CO^2, wenig HS (Annal. d. Chem. 1856).

Die Lagoni, welche die Mündungen der Dampfströme des Monte Cerboli bedecken, sind ein schlammartiges, dunkelgraues Gemenge von Schwefeleisen, Gyps, Thon, Schwefelammonium, schwefels. u. unterschwefligs. Salzen von Ammoniak, Magn. etc.. Im Erdboden um die Lagoni herum wittert ein Salz aus, dessen Hauptmasse Borsäure ist, welches aber auch Ammoniak enthält. Becchi fand in einem alten Lagunenkrater der toskanischen Maremmen folgende aus den Dämpfen abgesetzte Salze: Vierfach bors. Ammoniak, Borax, bors. Kalk, bors. Eisenoxyd. Der See von Monte rotondo, Gemeinde Massa-marittima, bedeckt eine Fläche von $7^1/_2$ Hektaren. Sein W. ist heiss, schweflig u. enthält nach Durval (Ann. de chim. 1856 mars) Borsäure (nach Ableitung fremden W. bis 20 in 10000!), freie Schwefels., Sulfate von Kalk, Eisenvitriol, Thonerde, Ammoniak, Magn., Spuren von Chlor u. eine farbige organische Substanz.

Die Mutterlauge der Borsäure-Fabriken enthält diejenigen Salze in concentrirter Lösung, welche nicht auskrystallisirt sind; nach den Analysen von 2 Proben waren darin enthalten:

Ammoniak	15,9	61,4
Chlorammonium	17,8	10,9
Schwefels. Ammoniumoxyd	532,8	966,7
„ Kali	108,6	41,9
„ Natron	26,6	51,5
„ Magnes.	411,6	184,3
„ Kalk	16,	10,2
Eisenoxyd u. Ammoniak	1,9	
Borsäure	175,4	309,4
Fester Gehalt	1306,6	1637,4
Spez. Gewicht	1098,7	1140,6.

SO^3 übertrifft also die BO^3 bedeutend; auch Ammoniak ist im Verhältniss viel mehr als Borsäure vorhanden.

Auffallend ist darum nicht mehr der bedeutende Gehalt der im Handel vorkommenden Borsäure an schwefels. Ammoniak, der bis zu 8,5 % geht. Bischof stellt sich vor, dass sowohl dieses Ammoniak als die in den Dämpfen befindliche CO^2 von einer Zersetzung organischer Substanzen abstamme, welche entweder, wenn es Meerwasser ist, das in den Heerd tritt, von jenem herrühren oder aber in den Gesteinen waren, wodurch die Dämpfe streichen. Die Schwefelsäure dürfte weniger aus oxydirtem HS als von Gyps, welcher das aus den organischen Substanzen gebildete kohlensaure Ammoniak zersetzte, u. andern vorgefundenen Sulfaten abzuleiten sein.

Borsäure findet sich auf der Insel Volcano am häufigsten in Gestalt krystallinischer Schuppen in Verbindung mit Schwefel, in einer Felshöhle an der Decke u. an den Wänden derselben als ein mehrere Zoll starker Ueberzug u. scheint sich daselbst unter Vermittlung heisser W.-Dämpfe, in denen sie gelöst war, sublimirt zu haben. *Landgrebe Physik. Erdkunde, 1861. Die Dämpfe sollen siedend heiss sein u. HS enthalten.

Vgl. noch Russegger in Leonhards Jahrb. f. Miner. 1840, 563.

Vorkommen in andern Wässern. Im W. einiger Seeen Indiens, Ceylons u. Chinas soll Borsäure vorkommen. Vgl. über das Vorkommen in Tübet, Persien u. Süd-Amerika (in Wässern?): Gilberts Ann. 43, 331, Klaproths Beitr. III, 93. Im See Necbal in Tübet, der im Sommer austrocknet, soll Bors. vorhanden sein.

Es wäre interessant, die in vulkanischen Kesseln gelegenen sogenannten Maare der Eifel, wovon Eines wenigstens, das Weinfelder Maar, ein etwas salziges W. haben soll, auf Bor zu untersuchen.

In gemeinen u. edlen Süsswässern. E. Barruel will Bor in einem Pariser Brunnen, Marchand in den Wässern von Fécamp gefunden haben. Lefort suchte vergebens danach im Seine-Wasser. Wittstein fand Bor in einem Pflanzensamen, worin es doch wohl mit gemeinem W. aufgenommen worden war.

Das W. von Sittakund (Ostindien), welches nur 2 Z.T. festen Rückstand gibt, soll merkliche Mengen Borsäure enthalten. (Karstens Arch. VII, nach einer englischen Ztschr. 1831.)

In Salzwässern: In der Mutterlauge der Salinen von Bex (nach Baup; das Bor durch Sublimation vor 1854 gefunden), in einer Soole von

Orb (Rummel; im Badesalz hat Bibra mit Papier u. Alkoholflamme Bor nachgewiesen), Kissingen (Liebig), Wiesbaden (Fresenius), Aachen (Wildenstein; hier wie dort mit Papier u. mit Weingeist nachgewiesen), Burtscheid (Hamberg), Egestorffshall, Methana, im Salz-W. von Sandefjord. Nach einer alten Nachricht (von Linden) soll das W. von Shadwell Bor enthalten.

In der kalten Salse von Sassuolo in Italien u. in einer Schlammsalse von Turbaco kommen Spuren Bors. vor.

Spuren von Bors. wurden angetroffen in Wässern mit Natroncarbonat: Vichy (von Bouquet u. Filhol), Karlsbad (Göttl), Ems (Fresenius), Sultzmatt (Béchamp, auch von *O. Henry mit der Alkoholflamme), Sultzbach (Oppermann), Krankenheil (Wittstein u. Fres., von Letzterem in relativ nicht unbedeutender Menge), Adelheidsqu. (Köppe im Arch. d. Pharm. 144. B., 276), Schlangenbad (höchst geringe Spur: Fresenius), Aix (Fleury);

in Schwefelthermen: Olette (Bouis), Barèges, Luchon, Cauterets, Bonnes, Labassère (Filhol);

in erdigen Sauerwässern: Karlsbrunn (Daubrawa) u. in Eisenvitriolquellen: Parad (Kletzinsky).

Im J. 1857 hat John A. Veatch das W. einer M.Qu. untersucht, welche in der Grafschaft Tehama im obern Thale von Sacramento entspringt, u. darin Borax u. andere Borate entdeckt. Bei Fortsetzung dieser Untersuchung ergab sich, dass die Borsäure in fast allen M.Qu. Californiens vorkommt. An einem Orte war das W. so reich daran, dass sich auf dem Boden eines See's von geringer Tiefe Krystalle von Borax abgesetzt hatten, welche eine Länge von 4″ u. eine Breite von 2″ erreichten. In einigen Qu. kommt die Borsäure im freien Zustande vor. Veatsch fand ferner, dass das auf dem Markte von San-Francisco verkaufte Salz Spuren von Borsäure enthielt. Diese Beobachtung veranlasste ihn, das Meer in der Nähe der Küste zu untersuchen, wo das Salz dargestellt zu werden pflegt; er fand, dass in dem W. Borsäure vorhanden war. Indessen ist diese Eigenschaft des Meerwassers durchaus lokal; man wird daher annehmen müssen, dass die Säure nur durch M.Qu. dorthin transportirt wird. (Chem. News T. IV, 16. Juli 1861.)

Borsäure fanden A. u. H. Strecker auch im W. des Fjord, der in den Skager Rak, ein Theil der Nordsee, ausmündet.

Dosirt wurde Borsäure selten. Sultzmatt hatte 0,4493 Z.T. (Béchamp). Nach Höfer (1776) kommen im Thermal-See Cherchiajo bei Monterotondo auf 120 Pfund W. 3 Unzen Borsäure (Borax?), also auf 1 (bürg.?) Pfund 12 gr. d. i. 16 Z.T..

Buzingeiger führte (1828) an, dass Kieselsinter vom Geyser den blauen Dunst der Löthrohrflamme grün färbe. Trotz mehrfacher Versuche mit isländischem Sinter konnte Kersten diese Färbung nicht erlangen. Vielleicht ist nicht in allen Sinterstücken Bor zugegen.

Bor fehlte in Luhatschowitz (Ferstl).

§. 175. Kieselsäure. Zusammensetzung, Salze, Löslichkeitsverhältnisse.

Kieselsäure *), auch Kieselerde genannt, wird von Einigen als eine Verbindung von 1 Mischungsgewicht Silicium mit 2 M.-G. Sauerstoff, von Andern als eine Combination von 1 M.-G. Silicium mit 3 M.-G. Sauerstoff angesehen, obwohl beide ihr dasselbe procentarische Verhältniss beider Stoffe zuerkennen. Nach der Verschiedenheit dieser Ansicht richtet sich die für das Mischungs- oder Atomgewicht angenommene Zahl — 14,2 (od. 14) für SiO^2, 21,3 für SiO^3 — u. die Schreibweise der Formeln für die kiesels. Salze. Den Hydrochemiker berührt dieser Streit über die Constitution der Kiesels. auch nur insofern, als von kiesels. Salzen die Rede ist.

Auch ist man nicht darüber einig, welche Verbindung der Kiesels. mit Alkali als neutral zu betrachten ist. Berzelius hielt die Salze für neutral, welche 3mal mehr O in der Kieselsäure als im Alkali haben (SiO^3, RO), andere diejenigen, welche 2mal mehr O in jener als in diesem führen. Wo man demnach Kieselsäure mit Basen in Verbindung bringen muss oder will, bleibt es sehr der individuellen Anschauung überlassen, wie viel Alkali man sich dabei mit der Kieselsäure verbunden denkt. **)

Wegen dieser Unsicherheit in der Combination muss der Chemiker, wenn die Menge der Kiesels. nicht zweifelhaft bleiben soll, entweder die Kiesels. nicht zu Salzen combiniren oder doch die Formel des kiesels. Salzes angeben; sonst weiss man so gut, wie nichts, wenn von „kiesels. Natron“ u. dgl. bei einer Analysen-Aufstellung Rede ist. Am allerschlimmsten ist es, wenn der Chemiker mehrere Silicate aufführt, was gewöhnlich ganz zu umgehen wäre. So führt Filhol in einer Analyse von Bagnères de Luchon 4 Silicate u, noch freie Kiesels. auf! Freilich ist nicht zu läugnen, dass man mit einem formellen Unrecht die Kiesels. frei hinstellt, wenn die andern Bestandtheile combinirt werden. Aber es geschieht dies eben auch nur um verständlich zu bleiben. Wozu hilft die Consequenz, wenn sie zur Verwirrung führt?

Wenn combinirt wird, so wird die SiO^3 gewöhnlich mit Alkali oder Kalk, selten mit Metallen verbunden.

Kiesels. wird zuweilen in den Analysen mit Eisen combinirt, z. B. zu San Colombano.

In Bezug auf die Löslichkeit in W. lassen sich mehrere Formen der Kiesels. unterscheiden. Die krystallisirte, wasserfreie, wie sie im Quarz, Quarzsande, in Sandsteinen, Kieselschiefer etc. vorkommt, kann im Allgemeinen als unlöslich in W. u. Säuren betrachtet werden; ebenso die amorphe, noch etwas wasserhaltige, wie sie im Hornsteine u. andern Steinen vorkommt. Unter Umständen kann aber auch sie in W. in geringer Menge löslich werden. Kaum mehr löslich ist die amorphe, hydratische Kiesels. des Opals, löslicher die aus einer Auflösung von kiesels. Alkali mit Salzsäure als Hydrat

---

*) Ich spreche hier von keiner andern Siliciumverbindung, als gelegentlich noch von Schwefelsilicium, will aber noch erwähnen, dass man von einer Sooltherme von Villatoya 1,23 Z.T. Chlorsilicium angeführt findet. Eine solche Combination hat keine Berechtigung. Für die Combination des Siliciums mit O kann man das gewöhnliche Vorkommen in dieser Verbindung in der Natur u. ihre Abscheidung aus den Wässern bei der Analyse anführen.

**) Filhol berechnete auf kiesels. Magn. 69, auf kiesels. Kalk 62 (bei einer Analyse von Eaux chaudes 80,9), auf kiesels. Thonerde 73 % SiO^3. Henry nahm das Natronsilicat als „$3\,NaO+25$ (?) SiO^5 (wohl SiO^3). Auf 100 Th. kiesels. Natron rechnete er 49,65 u. auf 100 kiesels. Kalk 52,27 SiO^3. Bouquet nahm die Formel $3\,MO+SiO^3$ an, wonach kiesels. Natron 32,8, kiesels. Thonerde 53,1 SiO^3 enthält.

niedergeschlagene. Das Löslichwerden ist hiebei behinderter als das Gelöstbleiben, das namentlich dann stattfindet, wenn eine verdünnte Lösung von kiesels. Kali mit Säure plötzlich versetzt wird, ein ähnlicher Fall, wie wenn Schwefelsilicium sich mit W. zu Kiesels. umsetzt. Cf. S. 316, Anm..

Auch die Quarz- u. die Hornstein-Kiesels. gehen in die lösliche Modification über, wenn man sie mit fixem Alkali glüht u. daraus kiesels. Alkali bildet; überhaupt werden sie durch andauernde Behandlung mit Alkalien u. alkalischen Erden löslicher.

Ueber die Löslichkeit der Kiesels. in W. sind viele Versuche gemacht worden. In den Versuchen von Fuchs, der von Fluorsilicium ausging, während die meisten Andern mit hydratischer Kiesels., welche aus kiesels. Alkali dargestellt war, experimentirten, wurden 1,43 Z.T. ($^1/_{7000}$) gelöst. (*Liebig Annal. 1852.) Aehnlich fielen die Versuche von Bresser aus: 1,4—1,6 Z.T.; Struckmann fand 2,1. Ludwig meinte aber, das Präparat von Struckmann sei kiesels. Natron gewesen; in seinen Vorsuchen stellte sich die Auflöslichkeit auf $^1/_{9264}$—$^1/_{10000}$ (nach dem Glühen auf nur $^1/_{25000}$), höchstens also auf 1,08.

Maschke erhielt aber durch dreitägige Berührung der Kieselgallerte mit kaltem W. 9 Z.T. in Lösung. Nach Liebig hängt die Auflöslichkeit auch wesentlich von dem Umstande ab, ob die Kiesels. im Abscheidnngs-Momente die zu ihrer Lösung erforderliche Menge W. findet. Er konnte Lösungen mit 20 Z.T. SiO^3 darstellen. Ja Kühn erhielt Auflösungen, wenn nicht hier eine Art Suspension mit einer wirklichen Lösung verwechselt wurde, mit 600 Z.T..

Kühn gibt über die Auflösung der SiO^3 folgende Mittheilungen: „Die Hauptbedingung zur Darstellung einer solchen Auflösung besteht darin, dass Kieselgallerte, welche dazu dienen soll, in möglichst ausgedehnter Beschaffenheit bereitet u. gewissermassen so lange in statu nascenti erhalten wird, bis sie zur Auflösung hinlänglich vorbereitet ist. Zu dem Ende wird eine Auflösung von kieselsaurem Alkali (Wasserglas) bis auf einen Kieselgehalt von höchstens 3 % verdünnt u. dann bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, unter heftigem Umrühren mit Salzsäure von beiläufig 1,1—1,13 spez. Gew., möglichst rasch bis zur Uebersättigung zugesetzt, hierauf aber die vorwaltende Säure behutsam mit mehr nachgebrachter kieselsaurer Alkalilösung bis auf eine geringe Spur freier Säure wieder abgestumpft.

Sobald sich die Abstumpfung der Säure der vollen Sättigung nähert, so wird die Flüssigkeit schwach milchigt gefärbt u. gelbroth opalisirend, was jedoch schon durch Zusatz weniger Säuretropfen wieder verschwindet. Kommt es nun darauf an, mit der geringsten Mühe eine ansehnliche Partie Kieselsäurelösung zu gewinnen, so kann man sich mit vielem Vortheil dieses Merkmals zur Abkürzung der Operation bedienen, indem dadurch allezeit das nicht mehr ferne Eintreten der Gallertebildung angedeutet wird.

Zu dem Ende muss man die Sättigung der Flüssigkeit genau bis zum ersten Erscheinen dieser Färbung führen, ohne jedoch die ersten Anfänge derselben zu überschreiten, weil dann nicht selten die Gerinnung plötzlich u. unter Entstehung einer zu dichten Gallerte erfolgt.

Die nur schwach opalisirende Flüssigkeit wird langsam bis auf höchstens 25° R. erwärmt, hierbei aber zur Erlangung einer möglichst gleichförmigen Temperatur, in ununterbrochener Bewegung erhalten.

In der Regel tritt dann schon im Laufe der ersten halben Stunde, noch lange bevor die Solution eine Temperatur von 25° R. erlangt hat, ihre Gerinnung ein.

Die so gebildete Gallerte ist in den ersten Secunden ihres Entstehens ungemein locker u. schwach zusammenhängend. In sehr kurzer Zeit nimmt sie aber, sich selbst überlassen, eine festere, ihrer Löslichkeit widerstrebende Consistenz an.

Deshalb hat man den Moment ihrer ersten Bildung sorgfältig wahrzunehmen, u., sowie diese erfolgt, die ganze Masse rasch in ein anderes, mit dem halben Gewicht derselben kalten W. gefülltes Gefäss umzugiessen, um das Weitervorschreiten der Gerinnung zu verhindern, was inzwischen theilweise doch nicht allezeit ganz zu vermeiden ist.

Will man sich daher mit Sicherheit eine ganz lösliche Kieselgallerte verschaffen, so ist es besser die Sättigung nicht bis zum Opalisiren der Flüssigkeit zu treiben.

Die Gerinnung erfolgt dann zwar allezeit etwas später als im entgegengesetzten Falle, sie schreitet aber auch, schon eingetreten, nur langsam vorwärts, so dass man leicht die zweckmässigste Consistenz derselben zu erhalten vermag.

Die so verdünnte Kieselgallerte wird jetzt auf ein Verdrängungsfiltrum gebracht, wozu man sich am besten eines, an beiden Enden offenen Glascylinders bedient, welcher an dem einen Ende mit einem etwas weitmaschigen baumwollenen Zeuge, z. B. Linon, als Filtrum überbunden wird.

Bei grosser Lockerheit der Gallerte pflegt anfangs in der Regel etwas davon mit durch das Filtrum zu gehen, welches wieder zurückgebracht wird.

Sehr bald aber läuft nur noch klare Flüssigkeit hindurch.

Die Gallerte erlaubt in diesem Zustande dem Aussüsswasser einen leichten Durchgang u. lässt sich daher durch wiederholtes Aufgiessen von W. von allen beigemischten Salzen leicht vollkommen befreien.

Das Auswaschen derselben darf übrigens, will man nicht grossen, ohnedies nicht ganz unvermeidlichen Verlust an SiO^3 erleiden, nur mit kaltem W. erfolgen.

Auch muss die Gallerte ununterbrochen mit einer W.-Schicht bedeckt gehalten werden, um sie gegen mehrere Zusammenziehung zu schützen.

Soll daher diese Operation vor ihrer Beendigung unterbrochen werden, so muss man den Filtrircylinder, bis zur Erneuerung des Auswaschens, in der Zwischenzeit in ein anderes Gefäss stellen, welches bis zu gleicher Höhe mit dem Stande der Kieselgallerte im Filtrircylinder mit W. gefüllt ist. Die Unterlassung dieser Maassregel würde nämlich den Nachtheil herbeiführen, dass die Gallerte, nach dem Abfliessen des darüber stehenden W., alsobald einen beträchtlichen Theil ihres eigenen W.-Gehaltes gehen lassen u. dadurch eine festere Consistenz gewinnen würde.

Die so erhaltene Kieselgallerte ist nun, wenn die vorbezeichneten Operationen sämmtlich mit hinlänglicher Genauigkeit ausgeführt worden sind, in kochendem W. vollkommen auflöslich.

Zur Herstellung einer wässrigen Auflösung wird sie nunmehr in einen Kolben gebracht, mit gleichem Volumen W. gemischt u. hierauf in anhaltendes Kochen versetzt, indem man von Zeit zu Zeit das verdunstete W. wieder ersetzt. Durch 12- bis 16stündiges Kochen lässt sich die so bereitete Kieselgallerte, bis auf kleine Partien, welche zufällig eine etwas stärkere Zusammenziehung erhalten haben, vollständig auflösen. Auch etwas consistentere Gallerte lässt sich zwar noch zur theilweisen Herstellung wässeriger Auflösung benutzen, der grössere Theil derselben bleibt dann aber unaufgelöst zurück.

In flachen Gefässen darf das Kochen, abgesehen von der starken Verdampfung des W., nicht vorgenommen werden, weil sich, sobald die Oberfläche der kochenden Lösung nicht mit einer Schicht von W.-Dunst bedeckt bleibt, sogleich feste Partien von unlöslicher SiO^3 bilden.

Die Lösung wird hierauf von dem etwa darin befindlichen Bodensatze abgegossen u. dann durch Einkochen concentrirt, wozu man, aus dem angedeuteten Grunde, gleichfalls ein hohes Gefäss verwenden muss.

Leicht kann man sie auf diese Weise bis zu einem Gehalte von 6 u. mehr Procenten einengen. In gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt, ist sie, so dargestellt, keiner Veränderung mehr unterworfen.

Die so bereitete Auflösung ist noch bei 5—6 % Säuregehalt vollkommen flüssig u. filtrirbar. Sie ist milchig, mit gelbrother Färbung opalisirend, vollkommen

klar. Dieser Färbung nach möchte wohl anzunehmen sein, dass sich die SiO^3 in einem Mittelzustande zwischen blosser Suspendirung u. wirklicher Auflösung darin befindet. Gegen W.-Entziehung geschützt, kann sie anhaltend ohne Gerinnung gekocht werden. Langsam gekocht, setzt sie SiO^3-Hydrat ab. Einmal getrocknet, hat die SiO^3 ihre Löslichkeit in W. für immer verloren. Auf Lakmuspapier ist sie ohne alle Wirkung. Auf der Zunge bringt sie einen etwas adstringirenden, nicht sauren Eindruck hervor.“ (Journ. f. pr. Chem. 1853.)

»Giesst man die wässerige Lösung eines Silicats, also Natrium- oder Kaliumsilicat nach u. nach u. unter Umrühren in viel wässriges Hydriumchlorür ein, so scheidet sich kein Hydriumsilicat (Kieselsäurehydrat) aus, sondern man erhält eine vollständig klare Lösung. In derselben muss neben Natriumchlorür entweder Hydriumchlorür u. ein lösliches Hydriumsilicat, oder was wahrscheinlicher ist, ein Hydriumsilicat, in welchem ein Theil des Oxygens durch Chlor vertreten ist, angenommen werden. Aus solchen Lösungen setzt sich zuweilen das Hydriumsilicat in wohl ausgebildeten Krystallen ab. Erwärmt man die Lösung oder bindet man das Chlor durch Zufügen von Natriumhydrat an Natrium, so scheidet sich sogleich unlösliches gallertartiges Hydriumsilicat aus.« Hiller Chem. 1861.

Die Wärme ist bei der Auflösung der Kiesels. sehr thätig. Wird Kieselsäurehydrat mit W. in verschlossenen Gefässen längere Zeit in einem Wasserbade erhitzt, so erfolgt eine vollständige Lösung, ja die Gallerte verflüssigt sich von selbst, so dass eine Lösung entsteht, die $^{249}/_{10000}$ Kiesels. enthält. Die Lösung wird gefällt durch kohlens. Ammoniak, kohlens. Alkalien, Chlornatrium u. Chlorcalcium. Maschke in *Chem. Centralbl. 1857, 330.

Bekannt ist die Löslichkeit der Kieselsäure der Silicate u. namentlich des Glases in warmem Wasser.

Boyle, Hoffmann u. andere Beobachter fanden, dass mehrfach in Glasgefässen destillirtes W. immer eine kleine Menge Erde hinterliess, wenn es abgedampft wurde. Diese sonderbare Thatsache war auch den ältern Chemikern bekannt u. diente der Meinung, dass W. sich in Erde verwandeln könne, zur Stütze. Doch hat schon im vorigen Jahrhunderte Dahlberg durch sehr genaue Versuche bewiesen, dass dieser Rückstand Kieselerde ist, die vom W. aus dem Glase aufgelöst worden. Auch hat Scheele (1782) nachgewiesen, dass Schneewasser, welches er 12 Tage u. Nächte in Glas kochen liess u. dabei milchig wurde, Kieselsäure aufgenommen hatte. Vgl. §. 101.

Kocht man Glaspulver in W., so findet nach Pelouze eine Zerlegung desselben in SiO^3 u. ein in W. lösliches Silicat statt. Bresser fand die Löslichkeit des Glaspulvers in kochendem W. nicht so gross wie Pelouze; aber immerhin wurden in 9 Stunden über 2,38—4,66 % vom Glase gelöst.

Ist CO^2 ein Lösungsmittel der SiO^3?

Es ist kein Zweifel, dass CO^2 durch die Zersetzung, welche sie in den Silicaten einleitet, Veranlassung zur Auflösung der SiO^3 wird.

Davy löste aus den Kieselskeletten der Infusorien, die bekanntlich grosse Lager bilden, mit kohlens. W. SiO^3 auf. Aus weissem Sand, der mit Königswasser behandelt u. mit W. wieder von der Säure befreit war, wurden in 30 Tagen durch kohlens. W. kiesels. Kalk, kohlens. Kali, Kalk u. Magnesia aufgelöst (Polstorf). Gepulverter Feldspath gab an kaltes kohlens. W. 0,5 Z.T. Kiesels., ausserdem Thonerde u. Eisen etc. u. an ein solches W. von 22°5—62° Wärme 0,067 Kiesels. etc. ab. In einem Zeitraume von mehreren Wochen gab Pulver von Basalt 0,53, mit Beihülfe von Druck sogar 1,15 SiO^3, Syenit 0,35 u. bei Druck 0,7 an kohlens. W. ab. Aus Klingstein löste sich 0,9 SiO^3 in 10000 kohlens. W. . *Annal. d. Struveschen Anstalten I u. II. Bunsen erhielt aus dem Palagonit mit W. 0,372 Z.T. SiO^3 in Lösung, mit kohlens. W. 0,954. Viele andere Beispiele sind in den früheren §§. schon angeführt worden.

Es handelt sich hier aber nicht um dieses Löslichmachen u. Aufschliessen der Silicate, sondern um die Erhöhung der Löslichkeit der SiO^3 durch CO^2. Die bisherigen Versuche sprechen nun nicht dafür, dass freie SiO^3 durch CO^2 viel löslicher als sonst werde.

Struckmann fand die Löslichkeit der SiO^3 in kohlens. W. zu 1,36 (bei Anwesenheit von Salzs. 1,72), Bresser auch zu 1,4 (Mulder Chem. der Ackerkr. I, 102 oder zu 1,5 (ibid. 110), Maschke bei langer Einwirkung schon zu 7 oder 7,8 Z.T. Die meisten Angaben stehen also noch etwas tiefer als die für die Löslichkeit der SiO^3 in blossem W. geltenden; was auch für die ausnahmsweise hochgehende Lösung gilt, da Maschke für reines W. 9 Z.T. fand. Freilich soll nach Rose die gallertartige SiO^3 sich in viel grösserer Menge in Kohlensäure- u. Salzsäure-haltigem W., als in reinem W. lösen (Chim. anal. 1859, I, 663).

Andere Säuren erhöhen auch wohl nicht die Auflöslichkeit der SiO^3 sondern vermindern sie im Allgemeinen.

Nach Fuchs löste eine Salzsäure von 1,115 spez. Gewicht nur 0,9 Z.T. kochend freilich doppelt so viel. Setzt man zu einer verdünnten Wasserglas-Auflösung Säure schnell zu, so bleibt nach Daveri mehr SiO^3 in Lösung als unter andern Umständen. Vgl. oben.

Die geringere Auflöslichkeit der SiO^3 in Säuren hindert aber nicht, dass gewisse Silicate durch Salzsäure, Schwefels., schwefelige Säure zersetzt u. aufgeschlossen u. so dem W. zugänglich werden.

Es ist hier jedoch auf die Auflösung der SiO^3 durch organische Säuren aufmerksam zu machen. Die Quellsäure bildet nämlich mit SiO^3 eine auflösliche Verbindung (Berzelius Lehrb. 1839, VIII, 397). Ich werde später nochmal darauf zurückkommen.

Schwefelwasserstoff scheint auch kein Erhöhungsmittel des Löslichkeitsgrades der SiO^3 zu sein.

Wenn Bunsen Palagonitpulver mit heissem mit HS gesättigtem W. behandelte, so erhielt er neben 4,32 erdigen u. alkalischen Sulfhydraten 1,175 SiO^3 in Lösung; das ist aber noch nicht so viel, als destillirtes W. lösen kann, wenn es auch mehr ist, als dieses im Versuche wirklich löste. *)

Die vorhergehenden Angaben beziehen sich auf die Kiesels., wie sie dem Chemiker zum Versuche am häufigsten zur Hand ist, auf das aus Wasserglas durch Salzsäure abgeschiedene u. ausgewaschene Hydrat oder auf mehrere Hydratzustände, da sich der Wassergehalt derselben nicht gut bestimmen lässt. Die quantitative Berechnung des Gelösten bezieht sich jedoch auf anhydratische SiO^3.

Aber auch die gewöhnlich als unlöslich angesehene krystallisirte oder amorphe, öfters freilich auch hydratische SiO^3 kann zur Lösung kommen u. zwar vorzugsweise durch Alkalien. (Cf. S. 158 unten.) Dies beruht wohl theilweise auf einem Uebergange der SiO^3 in eine lösliche Modification. **)

---

*) Löst man Schwefelsilicium (SiS^3) in W., so zersetzt es sich, wobei Silicium zu SiO^3 u. der S zu HS wird; man erhält so eine concentrirte Lösung von Kiesels., wie man wohl nach keiner andern Methode erzielen kann. Durch Erwärmen wird der HS ausgetrieben, ohne dass die SiO^3 unlöslich wird; ja man kann die Lösung eindampfen u. wieder auflösen.

**) Nach Fournet, der mit der gallertartigen Kieselerde von Ceyssat u. von Randanne (Puy-de-Dôme) experimentirte, würde man die Löslichkeit der Kiesels. in Alkalien u. alkalischen Carbonaten nur durch einen isomerischen Zustand erklären können.

Kocht man unlösliche Kiesels. mit einer Auflösung feuerbeständiger kohlensaurer Alkalien, so löst sie sich allmälig auf (Pfaff in Schweiggers Journ. 1828, II, 393). Dabei entsteht nach Bischof Alkalibicarbonat (Sesquicarbonat? L.) neben kiesels. Kali (*Geol. I, 822). Beim Erkalten scheidet sich wieder ein Theil SiO^3 aus.

Die grösste Lösungsfähigkeit der Kiesels. in Alkalien lässt sich aber kaum anders als durch den Versuch mit Kieselsäurehydrat finden. Sehen wir ab von den Versuchen mit kaustischem Ammoniak, da solches in der freien Natur kaum vorkommt u. wenden wir uns zu den andern, die mit kohlens. Alkalien angestellt wurden! Eine starke Lösung von anderthalb-kohlens. Ammoniak (1 : 19 W.) brachte zwar noch etwas weniger (2) SiO^3 zur Lösung als blosses W. (2,1 Z.T.); aber eine verdünnte Lösung (1 : 1000) dreimal soviel, nämlich 6,2 Z.T. (nach Struckmann). Bringt man gallertartige, durch Fällen mit Salzsäure aus einer Auflösung von Wasserglas erhaltene u. mit W. ausgewaschene Kiesels. in eine Auflösung von chemisch reinem kohlens. Kali, so sieht man allmälig die Menge der gallertartigen Kiesels. abnehmen u. schon nach einigen Tagen kann man Kiesels. in Auflösung nachweisen. Soubeiran fand, dass 10000 Th. W. mit 10 trockenem kohlens. Natron 6,2 gallertartiger Kiesels. auflösten, mit 80—84 kohlens. Natron 17,44—18,44. So löst sich auch feingeriebener Bergkrystall durch kohlens. Kali-Flüssigkeit in bedeutender Menge (Maschke). Wenn Struckmann ein lösliches Silicat durch Zusammenschmelzen von Quarzsand mit kohlens. Natron-Kali darstellte u. lange Zeit CO^2 durchleitete, wobei doch die Flüssigkeit eine schwach alkalische Reaktion behielt, so blieben 3,1 Z.T. SiO^3 in Lösung.

Die Kieselsäure, welche durch Fällung von Wasserglas mit Salzsäure erhalten wird, ist also löslich in neutralem kohlensaurem Kali; viel weniger ist sie es in doppelt-kohlens. Kali, jedoch darin noch immerhin mehr als in W., weil auch Bicarbonate sich einigermassen wie Alkali verhalten.

Zwar wird kiesels. Kali durch CO^2 zersetzt, aber doch nicht vollständig. Es ist bekannt, wie schwierig es ist, die Kiesels. aus der Potasche durch CO^2 ganz zu entfernen. Am Ende tritt ein gewisser Gleichgewichtszustand zwischen der Verwandtschaft der wenigen Kiesels. u. der vielen CO^2 zum Alkali ein oder die Kiesels. bleibt im Bicarbonate gelöst. *)

Wiggers leitete durch eine verdünnte Lösung von Kieselsäure in einfach kohlens. Natron eine reichliche Menge Kohlens.; es fand keine Trübung statt, die sich aber bei der gelindesten Erwärmung deutlich zeigte, jedoch nach einiger Zeit verschwand. Bei anhaltender Erhitzung, wo alle

*) Mulder sucht die Uebereinstimmung der Versuche von Bischof u. von Struckmann nachzuweisen. Letzterer fand SiO^3 in noch etwas alkalisch reagirendem Natronbicarbonat gelöst. Bischof traf Natronsilicat in einer Flüssigkeit mit neutralem kohlens. Alkali u. meinte, dass beim Kochen von kohlensauren Alkalien mit Kiesels., wobei die CO^2 nur langsam entweicht, neben kiesels. Alkali Natronbicarbonat vorhanden sein könne; richtiger würde man aber mit Mulder statt Natronbicarbonat eine niedere Stufe der Sättigung mit CO^2 annehmen, welche auflösend auf SiO^3 wirkt. Auch O. Henry fand, dass kiesels. Natron neben den Bicarbonaten von Kalk, Magnesia, Strontian ohne gegenseitige Zersetzung bestehen könne, d. h. dass Kiesels. trotz der Gegenwart von Kalk etc. nicht abgeschieden wird, wenn kohlens. Natron sich bilden u. lösend auf die Kiesels. wirken kann.

freie Kohlens. fortging, zeigte sich eine nicht unbedeutende Trübung, die in demselben Maasse wieder verschwand, als sich das Natronbicarbonat in einfach kohlens. Natron umänderte. Er schloss daraus, dass in den Säuerlingen die Kiesels. mittels freier Kohlens. aufgelöst gehalten werde. (?L.) *Wildungen, 1835

Schwefelkalium löst auch Kiesels. auf (Mulder).

Kieselsaure Alkalien (Natron, Kali), worin das Alkali vorherrscht, sind alle mehr oder minder löslich in Wasser. Die alkalischen Basen verbinden sich in mehreren Verhältnissen mit Kieselsäure; z. B. soll Kali 8 Verbindungen mit Kieselsäure eingehen u. diejenigen, in denen der Sauerstoff der Säure 2- oder 4mal mehr beträgt, als der Sauerstoff des Metalls, die löslichsten sein. Die Löslichkeit hört erst auf merkbar zu sein, wenn jener über 8mal mehr als dieser beträgt. In ähnlicher Art verhält es sich mit dem Natron. Ueber die Löslichkeit mehrerer Silicate war schon Rede (S. 157).

Künstlich dargestellter kiesels. Kalk ist so löslich, dass oxals. Ammoniak in der wässrigen Lösung eine ziemlich starke Trübung hervorbringt. Durch CO^2 wird die Lösung nicht getrübt, weil sich Kalkbicarbonat u. freie Kiesels. bildet. Wandelt man das Kalkbicarbonat dann aber mit Ammoniak in Carbonat um, so erfolgt keine Trübung, weil dieses auch nicht in W. ganz unlöslich ist. Kiesels. Kalk ist also nicht löslicher als einfach kohlensaurer. (Ludwig.) Nach P. Thénard (1858) ist aber frisch gefällter kiesels. Kalk zu 6 in 10000 löslich.

Gibt man in eine kalt gesättigte Gypslösung eine Lösung von kiesels. Kali, so fällt kiesels. Kalk flockig nieder, der sich auf Zusatz von 1½fach kohlens. Ammoniak theilweise wieder löst; bald aber entsteht ein pulvriger Niederschlag von kohlens. Kalk.

Der Niederschlag von kiesels. Kalk löst sich auf Zusatz von Salmiak vollkommen wieder auf; er löst sich nicht in phosphors. Natron. In Kochsalzflüssigkeit löst er sich nicht vollständig. Nach Zusatz von mehr W. wird die Flüssigkeit heller, aber nicht völlig klar u. bei einiger Ruhe scheidet sich viel flockiges Kieselerdehydrat aus. (*Ludwigs Versuche.) Kochsalz löst also aus dem kiesels. Kalke vorzüglich den Kalk auf.

Mulder fand, dass dem Kalk- u. Magnesia-Silicate, wenn sie aus Chlorüren dargestellt waren, äusserst lange Chlor anhing u. dass sie beim Auswaschen ansehnlich vermindert wurden, was er einer Löslichkeit der Silicate in Chlorcalcium u. Chlormagnesium zuschrieb.

Wenn man zu einer verdünnten Auflösung eines Kalksalzes oder Magnesia- oder Barytsalzes Wasserglaslösung setzt, so entsteht ein Niederschlag, welcher ganz verschwindet, wenn das Wasserglas in Ueberschuss zugesetzt wird. Dies kann nach Bolley nicht anders erklärt werden, als dass auflösliche Doppelsalze von kiesels. Kalk (Magnesia, Baryt) mit kiesels. Kali gebildet werden. Er suchte ein solches Doppelsalz darzustellen, wobei er aber keine bestimmte Zusammensetzung fand. »Die Auflöslichkeit schätzt Bolley, wenn kiesels. Kalk anwesend ist, auf 1 Th. in 100 Th. W. u. meint er, dass das Magnesia-Doppel-Silicat noch löslicher sei.«

Chlorammonium vermindert die Löslichkeit der gelösten Kieselsäure. In einer durch Salzsäure schwach angesäuerten, verdünnten Lösung von Wasserglas erzeugen einige Tropfen Salmiak rasch einen Niederschlag von

gallertartiger Kieselsäure u. zwar in einer Flüssigkeit, welche beim Vermischen mit Salzsäure klar bleiben würde. Dennoch kann Chlorammonium oder ein anderes Ammoniaksalz das Aufschliessen der natürlichen Silicate begünstigen u. die Auflösung der Kieselsäure veranlassen.

Chlorcalcium verhindert an u. für sich nicht die Auflöslichkeit der Kieselsäure. Wenn man nämlich eine Auflösung von kiesels. Kalk in W. mit einer grossen Menge Salzsäure versetzt u. dann Chlorcalcium hinzugibt, so entsteht kein Niederschlag, wohl aber wenn man kohlens. Kali zufügt. Wird die mit kohlens. Kali versetzte Lösung wieder mit überschüssiger Salzsäure versetzt, so löst sich der Niederschlag wieder. Wird aber eine Lösung von Wasserglas mit Chlorcalcium versetzt, wodurch kiesels. Kalk niederfällt, u. sogleich wieder mit Salzs., wodurch der kiesels. Kalk zerlegt wird, so ist die Kiesels. unlöslich geworden, weil sie einen Moment mit Kalk verbunden war. Ebenso wird die Kiesels. durch momentanes Gebundensein an Magnesia schwerer löslich. Auch Chlorbaryum u. Chlorstrontium wandlen, wie Calcium, die Kiesels. in die unlösliche Modification um. Zink, Eisen, Thonerde thun dies nicht; die Kiesels. bleibt löslich. Thonerde verhindert sogar diese Umwandlung durch Kalk u. Magnesia.

Die Thonerde ist dennoch wegen der Unlöslichkeit ihrer Verbindung mit SiO^3, die sich besonders in der Kaolinbildung als Resultat der Verwitterung darstellt (§. 95), wohl die gewöhnlichste Ursache, warum SiO^3 selten in grosser Menge zur Auflösung kommt. Gleichwohl weisen die in vielen Wässern vorkommenden Spuren von Thonerde neben SiO^3 wieder darauf hin, dass auch kiesels. Thonerde etwas löslich ist.

Die thatsächliche Auflösung der Kiesels. zeigt sich bei der Verwitterung der Gesteine.

Wenn Feldspathe verwittern, so wird ein Theil derselben gelöst, der andere, kiesels. Thonerde, bleibt ungelöst zurück. Das Endprodukt der Verwitterung aller Kali-Feldspathe scheint 3 Al^2O^3, 4 SiO^3 zu sein. Die gelösten sind in dem Verhältnisse von 3 KO, 8 SiO^3 verschwunden. (Cf. Mulder Chem. d. Ackerkrume I.) Aus verwittertem Basalt war viel SiO^3, mehr als das Doppelte der zurückgebliebenen, gelöst worden (Ebelmen). Vgl. §. 96.

Wenn Silicate verwittern, die in Salzsäure löslich sind, so wirkt die CO^2 der Luft u. des Wassers ähnlich wie Salzsäure, nur dass sie keine lösliche Verbindung mit Thonerde eingehen kann. Bei denjenigen Silicaten, die in Salzsäure unlöslich sind, muss der Grund ihrer Unlöslichkeit in einer Modification der Kiesels. gesucht werden. Bei der Verwitterung dieser Silicate handelt es sich also darum, zu erforschen, wodurch die Kiesels. dennoch in Lösung kommt. Nach Mulder hängt dies von der Bildung von kohlens. Alkali ab. »Bei fortdauernder Berührung des Minerales mit feuchter CO^2, insbesondere mit der CO^2 u. dem Wasserdampf, welche sich auf der Oberfläche verdichtet haben, bildet sich eine Spur kohlens. Alkali, welches die gleichzeitig dabei frei werdende Kiesels. im status nascens in die lösliche Form überführt.« »Eine kleine Quantität dieses Salzes veranlasst die Ueberführung der Kiesels., sowohl des Gliedes $n\,KO,\ m\,SiO^3$, als auch einer grössern oder geringern Menge des Gliedes $p\,Al^2O^3,\ o\,SiO^3$ in den gallertartigen Zustand.« »Es geht unzweideutig aus Versuchen hervor, dass kohlens. Alkalien das

Vermögen besitzen, unlösliche Kiesels. in die gallertartige Modification überzuführen.«

Bei der Verwitterung der Gesteine, welche keine Alkalien enthalten, ist der Grund nicht in der Bildung eines Alkalisilicates zu suchen, sondern in der Lösung der Erdmetall-Oxyde durch CO^2 u. der gleichzeitigen Ueberführung der SiO^3 in den gallertartigen löslichen Zustand.

Dass CO^2 aus kiesels. Salzen die SiO^3 austreibt u. fällt, ist bekannt. Wird Wasserglas mit ein wenig Chlorcalcium zerlegt u. in die Flüssigkeit, worin Kalk-Silicat vorhanden ist, CO^2 geleitet, so wird Kalk gelöst, während Kieselsäure, frei von Kalk zurückbleibt. Dieselbe Zersetzung geschieht mit dem ausgewaschenen Kalksilicat. Auch an der Luft verändert sich dieses in kohlens. Kalk, so dass es mit Säuren braust (Fontan).

Eisenoxydul-Silicat wird angeblich nicht durch CO^2 zerlegt, vielleicht nur, weil sich zunächst Eisenoxyd bildet, womit die CO^2 keine Verbindung eingehen kann.

Setzt man gepulvertes Glas der Luft aus, so wird es nach Pelouze unter Absorption von CO^2 allmälig in der Weise zersetzt, dass es nach einiger Zeit mit Säuren stark aufbraust. Dieselbe Erscheinung beobachtet man auch, wenn man gepulvertes Glas einige Tage mit W. an der Luft stehen lässt u. mit einer Säure übergiesst; in dem sauren W. findet sich eine beträchtliche Menge Kalk u. Natron. Es bildet sich ein lösliches u. unlösliches Silicat u. hernach durch die CO^2 der Luft kohlens. Natron.

Pelouze liess durch ein kochendes Gemenge von Glaspulver u. W. einen Strom CO^2 gehen u. beobachtete, dass die CO^2 augenblicklich absorbirt wurde.

Wurde künstlich dargestelltes Magnesia-Silicat in W. mit CO^2 mehrere Stunden behandelt, so brauste der unlösliche Rückstand noch nicht mit Säuren, woraus Bischof auf das Nicht-Zersetztwerden des Magnesia-Silicates schloss. Mulder meint, das gebildete Magnesia-Carbonat sei vielleicht vom W. gelöst worden u. in der That habe ja auch der Rückstand der Flüssigkeit mit Säuren gebraust. Bresser fand bei demselben Versuche wirklich, dass Magnesia dabei in Lösung gegangen war.

In den vorhergehenden Versuchen zeigte sich SiO^3 unter gewöhnlichen Verhältnissen als eine schwächere Säure wie CO^2, obwohl unter bestimmten Umständen SiO^3 dennoch CO^2 austreiben kann. Als schwächere Säure folgt darum die SiO^3 bei der Combination der Bestandtheile erst auf die CO^2 u. muss im Allgemeinen als frei gleich der überschüssigen CO^2 angeführt werden. Dies möchte besonders auch für nicht alkalische W. mit viel Ueberschuss von CO^2 gelten, wogegen bei den W., die nur Spuren von CO^2 haben, die nicht in Masse auf die Austreibung der SiO^3 wirken kann, u. für solche W., bei denen die CO^2 sogar nicht zur Neutralisation der Alkalien ausreicht, gegen die Verbindung der SiO^3 mit den Alkalimetall-Oxyden nichts einzuwenden sein dürfte, als die Schwierigkeit der Wahl unter den verschiedenen Alkali-Silicaten.

Bei der Verwitterung zeigt sich recht augenscheinlich die Uebermacht der CO^2 über die SiO^3. Als thatsächlichen Beweis für das Uebergewicht, welche die CO^2 u. sogar organische Säuren über die SiO^3 behaupten u. als fernern thatsächlichen Beweis der allgemeinen Lösung der SiO^3 können wir das häufige, oft massenhafte Vorkommen derselben in den

Pflanzensäften anführen, in welche sie doch nur in wässeriger Lösung gelangen konnte.

„Dass im Boden zur Auflösung dann u. wann andere Mittel als einfaches W. zur Hülfe kommen, geht aus dem grossen Gehalte an Kiesels. hervor, welcher in den Halmgewächsen vorkommt, wo die verdampfende Oberfläche nicht so gross ist, dass man aus einer einfachen Auflösung in W. oder in Bicarbonaten die Kiesels. ableiten könne. . . . . . Hier treten die Säuren des Bodens, die organischen Säuren nämlich, als sehr wirksame Substanzen auf. Ich erinnere daran, dass das Silicat von Kalk u. Thonerde, oder von Magnesia u. Thonerde in W. durch organische Säuren sowohl als durch Salzsäure aufgelöst wird u. zwar leicht u. vollkommen, so, dass dabei eine sehr ansehnliche Menge Kiesels. im freien Zustande in Auflösung kommt. . . . Diese Silicate werden in ansehnlicher Menge in verdünnten Säuren, in Essigsäure, Ameisensäure u. anderen aufgelöst." Mulder Chem. d. Ackerkrume, I. Vgl. oben S. 178.

§. 176. Kieselsäure-Gehalt der Wässer.

Fast jedes gemeine oder edle W. enthält Kieselsäure, oft freilich nur Spuren davon. Nach dem Vorhergehenden fehlt es nirgendwo an den Umständen (Zersetzung der Silicate, Anwesenheit von Alkalien u. organischen Stoffen), unter welchen SiO^3 in lösliche Form übergehen kann.

Wenn die von hohen Bergen stammenden W. zuweilen reich an SiO^3 sind, so könnte neben der Verwitterung des kahlen Gesteins der grössere Gehalt derselben an Kohlens. dabei vielleicht von Einfluss sein (da nach Suckow Schnee, der eine Zeit lang gelegen hat, reich an Kohlens. ist), wenn der Einfluss der Kohlens. auf die Löslichkeit der SiO^3 bewiesen wäre.

In verschiedenen Flusswässern traf Deville 0,15—0,48; im W. des Rheins fand Pagenstecher nur 0,011—0,023, Freitag 0,022—0,039 Z.T.. Wie man aus den Tabellen des §. 80 sehen kann, erreicht die Kiesels. selten 0,1.

Die gemeinen W. stehen den Mineralwässern im Kieselsäuregehalte häufig nicht nach. In den Trinkwässern von Bern fand man z. B. 0,073—0,163, was aber gar keine ungewöhnliche Menge ausmacht.

Bischof fand in allen von ihm untersuchten Qu. nie unter 0,14, aber auch nie über 1 Z.T. Kieselsäure. Longchamp fand 0,4—0,73 Z.T. in den von ihm untersuchten Thermen, er vermisste sie nie, auch nicht in solchen, die kaum eine Spur alkalischer Salze enthielten. Alkalische W., besonders wenn es Thermen sind, scheinen aber durchschnittlich reicher an SiO^3 als nicht alkalische zu sein; besonders sind oft die W. mit schwefels. Kalk arm daran.

Besonders reich an Kiesels. sind die isländischen Thermen. Diese entnehmen ihre Kieselsäure nach Damour den grösstentheils aus Mesotyp bestehenden Trachytfelsen, womit die W. unter 120° Wärme in Berührung stehen, nach Bunsen dem Palagonit, einer dieser Insel eigenthümlichen, dort sehr verbreiteten, in W. etwas löslichen Verbindung der Kieselsäure mit Thonerde u. Alkali. Vgl. S. 163 u. 323.

Bezüglich der Menge der Kieselsäure in einer bestimmten Quantität W. muss man beachten, dass die meisten alten u. selbst viele neue Analysen unzuverlässig sind. Es ist nicht selten der Fall, dass ein vermeintlich hoher Gehalt bei einer neuen Analyse gar nicht wiedergefunden wird. Indem

ich die nachfolgenden Verhältnisse anführe, habe ich aber möglichst sichere Zahlen gewählt.

Zweifelhaft ist mir der hohe Kieselgehalt einer kalkreichen Qu. bei Stockhausen, die 10,976 Th. Kieselsäure u. noch 1,409 kiesels. Kali neben Kalksalzen, ohne Magnesia u. Eisen, bei 20,876 f. G. in 10000 Th. haben soll, sowie einer an Kalk, Chlor, Magnesia u. Eisen reichen u. Thonerde-haltigen Qu. von Morgins (Cant. Wallis) mit 3,482 Z.T. SiO^3, der eisenreichen Elfsborgsqu. zu Thorhult mit 2,16, des Rio Vinagre u. eines auch sauren Rio auf Elba, mit je 2, des sauren W. von Paramo de Ruiz mit 1,83, u. einer petrificirenden alkalischen Qu. von Salazin (Reunionsinsel) mit 1,6 Z.T. Kieselsäure. Sicherer ist schon der hohe Gehalt der Kalksinter absetzenden Euganeïschen Thermen, z. B. jener von Mont Irone mit 3,729, Monte Grotto mit 3,1, von anderen Qu. daselbst mit 1,2—2,25 nach Ragazzini (1844) oder 1,46 nach Andrejewsky (1829) u. der lauen Raineriana mit 3,11 in 11,7 festen Gehalts. Ein thonerdehaltiges Eisen-W. von Candé hielt (1857) 2,988 Z.T.. Die Thermen von Montdor, welche viel SiO^3 absetzen sollen, enthielten nach Berthier (1822) 2,1; nach einem Andern aber doch viel weniger. Eine kalte Qu. von Sail sous Couzan scheint auch reich an Kiesels. zu sein.

Schon die über 1 Z.T. hinausgehenden Mengen sind mit aller Vorsicht aufzunehmen. Als sicher kann man folgende Angaben betrachten: Kreuznach (Oranienqu.) 1,3 Z.T., Freiersbach (Salzqu. 1853) 1,256, (Gasqu. nur 0,8 nach Bunsen), Baden-Baden 1,19 u. 1,23 (Bunsen 1857), Ronneby 1,15 (Berzelius), 0,988 (Hamberg 1859), Karlsbad (einzelne Quellen) 1,05 u. 1,33, Plombières 0,985, Petersthal bis 0,9 (Bunsen), Tüffer 0,866, Hauterive 0,71 (eine Qu. nach Bouquet 1853), Wildbad 0,625, Wiesbaden 0,6 (Fresenius).

Vichy, worin nach Henry so viel Kieselsäure sein sollte, hat doch nur 0,7 (Bouquet 1853) oder 0,6 (Bauer). Ob Bourbon l'Archambault, worin je 3,7 u. 5 kiesels. Kalk neben 0,6 u. 0,2 kiesels. Natron sein sollen, wirklich viel Kieselsäure enthält, bleibt zu erforschen.

Wie viele gemeinen W., so sind auch manche edlen relativ zu den übrigen Bestandtheilen reich an Kieselsäure. Wirer's kalte Qu. zu Ischl hat fast gar keine feste Bestandtheile ausser etwas Kieselerde. Zwei Thermen in Indien bei Pinnarkoon u. Loorgootha enthalten nach Brewster im Rückstande über 21 % Kieselerde mit Natron aufgelöst. Im W. von Amélie steigt die Kieselerde (0,89) auf fast ein Drittel des Ganzen (2,74). Aehnlich ist es mit vielen Schwefelthermen der Pyreneen. Zu la Preste soll die Kieselsäure 0,42 in 1,34 fixem Gehalt betragen, bei Olette (nach alter Analyse) auch etwa 1/3 des Ganzen. Bei Wildbad u. Gastein ist dieses Verhältniss schon viel schwächer (1/9 oder 1/10). Die (S. 129 angeführten) Süsswasserthermen unterscheiden sich von gemeinem Fluss-W. meistens durch einen höhern Gehalt von SiO^3.

Die Crucifixqu. zu Plombières, welche sehr wenig Salze enthält, gibt beim Abdampfen weisse Blättchen von fast reiner Kieselsäure (Henry).

Mit Ausschluss weniger Säuerlinge auf dem westlichen Theile Islands lassen sich die Qu. dieser Insel in 2 Hauptgruppen theilen, von denen die eine die

sauren Qu., die andere die alkalischen Kieselsäurequellen begreift. Die sauren Qu. gehören den eigentlichen Solfataren an u. verdanken ihre schwachsaure Reaktion gewöhnlich mehr einem geringen Gehalte an Ammoniak-Alaun, Natron- oder Kali-Alaun, als unbedeutenden Spuren freier Schwefel- oder Salzsäure; ausserdem enthalten sie schwefels. u. salzsaure Salze von Kalk, Talkerde, Natron, Kali u. Eisenoxydul, dann Kieselsäure u. schweflige Säure oder an der Stelle der letzteren Schwefelwasserstoff. Sie sind besonders durch Absätze von Gyps u. Schwefel charakterisirt u. machen nur selten periodische Eruptionen.

Die alkalischen W. dagegen sind die verbreitetsten u. bilden die periodischen Springquellen, sowie den grössten Theil der gewöhnlichen warmen u. kochenden Quellen. Ihre äusserst schwach alkalische Reaktion rührt von Schwefelalkalien u. kohlens. Natron u. Kali her. Schwefels. u. salzs. Alkalien nebst Spuren von Talkerde sind die gewöhnlichsten Begleiter dieser Wässer.

Die nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über die Mischung mehrerer isländischen Thermen (u. einer von Olette). Die Geringfügigkeit der CO^2 in diesen Wässern zeigt, dass sie nicht als auflösendes Medium wirkt. Ueberhaupt bedarf es aber auch keines besondern Auflösungsmittels für die SiO^3, da ihre Menge wohl nicht diejenige übersteigt, welche warmes W. unter günstigen Umständen aufnehmen kann.

In 10000:	Geyser nach Sandberger.	Geyser nach Damour 1846.	Badhstofa nach Damour 1846.	Badhstofa nach Bickell 1846.	Scriblaqu. nach Bickell 1846.	Olette, 78°, nach Bouis.
Chlor	1,53	1,6	1,554	1,426	,814	,13
Schwefel	,036	,036	,061	,036		,124
Schwefelsäure	,849	,9	,397	,464	,549	,349
Kieselsäure	5,097	5,19	2,63	2,373	1,663	1,64
Kohlens. im Ganzen	1,399	1,52	0,	1,019	,78	,16
Kali	,256	,1	,124	,385	,318	,094
Natron	3,008	3,213	2,529	,881	,956	1,373
Ammoniak	,044			(Thonerde etc.		,42)
Magnesia	,014	,03	?	,211	,107	
Kalk			,166	,124	,042	,073

Uebertragen wir die Werthe der 1., 4. u. 5. Analyse in Aequivalentquotiente, so erhalten wir eine Einsicht in die Verhältnisse, worin die Stoffe zu einander stehen.

	S	$Cl+SO^3$	CO^2	SiO^3	$K+Na$	Ca	Mg	Säuren zu Basen
Geyser	,023	,644	,636	1,125	1,042	0	,007	2,16 : 1,049.
		a	a					
Badhstofa	,022	,518	,463	,523	,465	,457		1,295 : 1,027.
		b	c	b	c	c		
Scriblaquelle		,367	,354	,365	,376	,015	,053	,909 : ,444.
		d	d	d	d			

Die mit gleichen Buchstaben unterschriebenen Quotiente bilden, wohl nicht zufällig, entsprechende Werthe. Die Säuren verhalten sich zu den Basen beim Geyser

u. der Scriblaqu.. wie 2 : 1. Dabei wurde aber der Quotient der CO^2, weil 2 Atome CO^2 in der Neutralisation der Basen = 1 Atom SO^3 stehen, nur halb berechnet. Auch für die an Kalk reiche Scriblaqu. erhält man dasselbe Verhältniss von Säuren zu Basen, nämlich 1,08 : 0,57, wenn man den Kalk einerseits u. die CO^2, die damit zweifach kohlens. Kalk bildet, andererseits aus der Rechnung lässt. In allen drei isländischen Qu. ist $Cl + SO^3 + CO^2$ mehr als ausreichend zur Sättigung der Basen, so dass man SiO^3 als ganz frei annehmen kann. $Cl + SO^3 + SiO^3$ genügen aber auch zur Sättigung, u. es kann darum auch CO^2 als unverbunden angenommen werden. Bei Olette ist *K*, *Na*, *Mg* genau gleichwerthig mit *Cl*, SO^3, SiO^3 zusammen.

Andere isländische Thermen sind ebenfalls reich an SiO^3, z. B, Langarnes mit 1,35, Store Hver mit 3,16, Reykir südlich von Hvrgard mit 3,24 Z.T..

An sehr vielen Punkten Islands in der Nähe der vulkanischen Gebirge findet man solche heisse Qu. häufig in grosser Menge zusammengedrängt; bald erblickt man länglich runde Wannen u. grosse Behälter aus Kieseltuff gebildet, aus welchen das W. ruhig abfliesst; bald sieht man es aus runden Schächten von bewunderungswürdiger Regelmässigkeit hervorsprudeln; bald springt es in Strahlen aus kleinen Kraterkegeln hervor u. zerstäubt in Schaum u. Dampf. Der weisse Sinter, der sich in der Umgebung der Qu. abzusetzen pflegt, erhöht den Boden ringsum allmälig.

Die Kiesel ansetzenden Qu. der azorischen Insel St. Miguel entspringen aus vulkanischen Felsen. Sie überkrusten alle Pflanzen u. sonstigen Objekte, worüber sie fliessen, mit Kieselsinter, der an einigen Stellen 20—25 Centim. das gewöhnliche Niveau überragt. Der Sinter ist halb-opal u. glänzt stark. Eine Abart unterscheidet sich von dem von Island u. dem von Ischia durch die Abwesenheit von Thonerde u. Kalk u. durch die Gegenwart von vielem W. (Lyell).

Die Thermen von St. Miguel fliessen besonders im Thale Furnas; sie haben 34—97° Wärme u. springen theilweise 10—14′ hoch. Die vorzüglichste derselben, Caldeira grande, ist siedend heiss, sehr tief u. bildet einen 25—30′ breiten Abfluss. Das W. schmeckt säuerlich stechend, enthält kohlens., schwefels. u. salzs. Natron, *HS* u. CO^2. Die Kiesels. scheint also zum Theil durch die Alkalien u. den *HS* gelöst worden zu sein.

Auf der Azoren-Insel Flores entspringen Sinterqu. zwischen Basalt u. Trachyt. Der Sinter enthält viel Eisen u. Thonerde neben Kieselsäure. Auch auf Terceira sind Kiesel-Thermen. Die Azoren-Inseln sind das Produkt vulkanischer Erhebungen u. noch sind auf ihnen Vulkane thätig, die Lava oder siedendes W. auswerfen.

Sehr merkwürdig sind die heissen Kiesel-W. von Neu-Seeland. Von Waikato aus kommt man an die heissen Seeen, von denen der bedeutendste der Taupo ist, an dessen Ufer in einer Ausdehnung von mehr als 1 Stunde eine grosse Zahl heisser Qu. sprudelt. Diese Qu. haben eine weisse u. leichte Kieselsinter-Decke gebildet, worunter Schwefel, schwefels. Eisen u. angeblich Chalcedon liegen. Der Schwefel u. der Eisenvitriol deuten auf die Lösung der SiO^3 durch *HS*. Einige Tagereisen weiter liegt der See Rotu Mahano, welcher dieselben Phänomene darbietet u. eine Menge siedender Qu. in sich aufnimmt. Aus vielen dieser Qu. sprudelt alle 5 Minuten eine W.- u. Dampf-Säule von 2′ Durchmesser 3—4′ hoch auf. Um u. in ihnen

finden sich Kreide- u. Jaspis-ähnliche Concretionen. Viele dieser Qu. sind mehr als siedend heiss. Das W. ist klar u. wird zu den Speisen benutzt, also enthält es wohl weder viel Säure, noch Schwefel. Hier u. da sind aber heisse Schlammgruben, die einen starken Schwefelgeruch ausstossen. Der Boden ist sehr zerrissen; siedendheisse Bäche durchziehen ihn nach allen Richtungen. Höher als der Rotu Mahano liegt ein Teich von 35^0 Wärme. (E. Dieffenbach.) Ob der Rotu Mahana (cf. Ausland, 1848 No. 74) u. der Roturna oder Roturva-See, wovon Dieffenbach (Frorieps Notiz., 1843, XXV) und Anga (Ausl. 1847, No. 2) sprechen, ein u. derselbe See sind, weiss ich nicht. Nach Anga haben einige der dortigen Teiche 90′ Umkreis u. sind mit blassblauem siedendem W. gefüllt.

Kieselreiche Sinter u. Ocker. In Procenten:	I Geyserit nach Schaffgotsch 1846.	II Geyser-Stalaktit nach Kersten 1832.	III Von der Badhstofaqu. nach Bickell 1846.	IV Von der Scriblaqu. nach Bickell.	V Perl-Stalaktit nach Santi.	VI Therme von Taupo nach Mallet.	VII Therme v. Neu-Seeland nach Pattison.	VIII Sinter der Cäsarqu. nach Berthier.	IX Incrustat von Fort Hall.	X Therme von Flores nach Hochstetter 1842.	XI Von Plombières.	XII Von Pfeffers nach Pagenstecher.
Kali			,16	,11							Spur	
Natron			,19	,11		,45					16,73	
Magnesia			,47	Spur					,57		Spur	2,14
Kalk			,33	,29	4,	Spur	,16?		8,18	1,	7,61	5,27
Eisenoxyd	,5	Spur	,18	3,26		,17	3,72	4,	4,65	21,	Spur	11,
Thonerde	1,5	1,7	1,04	,69	2,	1,58	9,7		,7	10,2	1,01	21,7
Chlor		Spur				,52						
Schwefelsäure			,31	2,49							7,87	
Kieselsäure	98,	94,	91,56	88,26	94,	94,2	77,33	89,	72,55	67,6	60,28	50,3
Kohlensäure									7,05		,95	6,51
Wasser		4,1	5,76	4,79		3,06	7,66	7,	5,2		5,55	(3,08[1])

[1]) Verlust.

Analyse I wird auch Klapproth zugeschrieben u. auch (bei Violette Dict. des anal. chim. II, 1851) auf einen Perl-Stalaktiten von Ischia bezogen.

II. Forchhammer fand in den Kieseltuffen des Geysers etwas Thonerde, Eisen, Magn., Kalk, Kali, Natron, in veränderlichen Mengen.

VI. Die Therme von Taupo auf Neu-Seeland. Nach Phil. Mag. V, 285; 1853.

VII. Analyse von Dieffenbach u. Hecker? Sie betrifft eine Chalcedon-ähnliche Masse, die sich am See Rotu Mahano bildet.

VIII. Cäsarqu. zu Montdor? Knoten in alten Leitungsröhren. Die Zahl 7 bezieht sich nicht blos auf W.. Cf. Ann. de Chim. XXIX.

IX. Noch 1,1 lösliche Salze.

XI u. XII. Aus Leitungsröhren. Bei XI ist merkwürdig, dass zweimal so viel Natron als Kalk den Aequivalenten nach vorhanden ist.

Die Kieseltuffe der Badhstofa- u. der Scribla-Qu. stellen eine schwer zersprengbare steinige Masse von grauweisser Farbe dar, die gewissen Varietäten

der Kalktravertine auf das Täuschendste ähnlich sehen. Die Kieselsäure, aus der sie der Hauptmasse nach bestehen, gehört der unlöslichen Modification an.

Gehen wir näher auf die Umstände ein, unter denen SiO^3 ausscheidet.

Der Kieselabsatz der isländischen Thermen erfolgt durch Verdunstung des Wassers. Bunsen bemerkt, dass sich beim Erkalten des W. keine Spur Kieselerde absetze; erst beim Abdampfen in einer Schale schied sie sich in Gestalt einer feinen Kruste u. zwar nur an den Rändern des Gefässes aus, da wo eine völlige Verdunstung eintrat, während die Flüssigkeit selbst erst bei weit vorgeschrittener Eindickung durch Kieselerdehydrat getrübt wurde. Dem entsprechend bekleiden sich auch nur die den W.-Spiegel überragenden Ränder, an denen sich die Feuchtigkeit hinaufzieht u. eintrocknet, immer wieder mit einer neuen Kieselkruste u. ebenso die weiten Umgebungen der Qu., nicht das Innere des W.-Behälters selbst. So bauen sich die Qu. selbst ein röhrenförmiges Gefängniss auf, dessen Schranken sie oft nur mit Hülfe ihres Dampfes überfluthen können u. mit der Länge der Zeit gar nicht mehr überschreiten.

Nach Forchhammer fällt aber beim Erkalten des Geyserwassers viel Kiesels. mit etwas Natron nieder, eine grössere Menge Natron bleibt mit wenig Kiesels. in Lösung.

Besonders geschieht der Austritt der Kiesels. aus dem W. durch die Schwerlöslichkeit ihrer Verbindungen mit Kalk, Magnesia, Eisen, Thonerde. Mit Kalk verbunden treffen wir die SiO^3 in den steinartigen Krusten, welche gewisse Soolen an den Dornwänden der Gradirwerke absetzen.

Kiesels. Natron zersetzt sich mit Eisenoxyd (S. 179). In den Ockern, welche sich an den Qu. bilden, ist SiO^3 häufig mehr oder minder stark vertreten. Im Ocker der Sülzer Soole ist fast sämmtliche SiO^3 des W. vorhanden u. zwar in löslicher Modification (Virck). An den heissesten Stellen der Qu. von Lucca setzt sich eine Substanz in beträchtlicher Menge an, die nach Davy aus nahe 4 (Aequivalenten?) Eisenoxyd u. 3 Kiesels. besteht. Verliert das Karlsbader W. etwas CO^2 beim Erkalten, so fällt Eisenoxyd-Silicat mit basischen Phosphaten von Eisenoxyd u. Thonerde, vereinigt mit einem organischen Stoffe nieder (*Berzelius).

In Bezug auf Absätze aus Mangan-Silicat verweise ich auf den §. Mangan.

Derartige Metall-Silicate können sich auch bilden, wenn ein W. mit Kiesels. metallene Gegenstände berührt.

Hielt Lefort geschlagenes Eisen 4 Monate lang in dem Reservoir einer relativ viel Kieselsäure enthaltenden Therme von Plombières, so verlor das Eisen seine metallische Natur, wurde blättrig u. bedeckte sich mit einer rothen Kruste, welche bestand aus:

	Eisenoxyd	59,82
	Kieselsäure	22,12
	W. u. organ. Stoff	18,06.

Dies Eisensilicat hat fast ganz die Zusammensetzung des Kronstedtits, der im Mittel aus Eisenoxyd 58, Kiesels. 22, W. 10, Magnes. u. Manganoxyd 10 besteht.

Blei u. Kupfer wurden weniger leicht angegriffen, als Eisen. Mit der Länge der Zeit bedeckt sich das Blei mit einer grauen, festen Masse, die besonders aus schwefels., kohlens. u. kiesels. Blei besteht.

Bronze-Medaillen waren, scheinbar unter denselben Bedingungen, oft gut erhalten, oft aber in eine krystallinische, bläulich-grüne, körnige Masse umgewandelt. Diese bestand aus

Kupferoxyd	47,51
Kieselsäure	31,71
Wasser	20,78

u. näherte sich in ihrer Zusammensetzung mehreren natürlichen Silicaten.

Quarzüberzüge über dichten u. krystallisirten Zinkspath beschrieb V. Monheim. Sie sind aus wässeriger Lösung ausgeschiedene Kieselsäure.

Ein merkwürdiges Beispiel von Münzen aus dem 16. Jahrhundert, welche 1812 in einer „Quarzmasse" gefunden wurden, enthält das Journ. des Mines No. 23. Ebenso fand man 1782 bei Reckelsum im Münsterschen 20 Goldstücke aus dem 14. Jahrhunderte in einem zerschlagenen „Kieselsteine". S. Lichtenbergs Magaz. III, 177. *)

Die Kieselsäure setzt sich nicht selten ab unter dem Einflusse der chemischen Veränderungen, welchen organische Stoffe unterliegen.

Im Karlsbader W., im Schiersäuerlinge u. Königswarter Sauerwasser setzt sich (beim Verdunsten?) ein dunkelgefärbter, grauschwarzer organischer Stoff mit der Kieselsäure, wozu er besondere Verwandtschaft zu haben scheint, ab (*Berzelius). Vgl. oben.

Häufiger hat eine im Abfluss der Qu. wachsende organische Bildung Einfluss auf die Ausscheidung der Kieselerde.

Aus dem zu Malka (Kamschatka) zum Baden gebrauchten Strudel, dessen Temperatur 86°25 C. beträgt, entnahm Ermann ein schneeweisses Kieselmehl, welches sich bei anfangender Erkaltung niederschlägt u. nach Ehrenberg aus den leeren Kieselschalen (4 Geschlechtern, 9 Arten) todter Infusorien besteht (Ermanns Arch. f. Russl. 1842, 4. H.). Diese Qu. setzen *S* ab. Wir kommen später auf diese kieselhaltigen Organismen zurück. —

Es dürften hier einige schliessliche Bemerkungen über die Beziehung des Siliciums zum Schwefel nicht am unrechten Orte sein.

Fremy dachte sich, dass Silicium als Schwefelsilicium aufgenommen würde. (Vgl. S. 256.) In diesem Falle müsste wohl ein gewisses Verhältniss des Siliciums zum Schwefel in den Wässern öfterer anzutreffen sein, als dieses wirklich der Fall ist. Ich finde ein solches Verhältniss in der Römerqu. zu Baden bei Wien, worin nach Keller's Analyse sind: Schwefel 0,058, Kiesels. 0,052 Aequivalent-Quotiente. Wohl mag aber oft die Wirkung des *HS* auf das Gestein Ursache der Lösung der Kiesels. sein. (§. 164.) Mehrere kieselreiche W. (Geyser, Olette, Kumogonsk im Kaukasus) enthalten Schwefel. **)

---

*) Künstliche Kieselkrystalle. De Senarmont hat gezeigt, dass in einer Lösung von Kiesels. in kohlens. W. oder verdünnter Salzsäure, die unter einem gewissen Drucke langsam auf 200—300° erhitzt wird, sich wasserfreie Kiesels. in Quarzform bildet. Becquerel erhielt durch langsame Zersetzung von Gyps mit Kohlens. in einer Lösung von kiesels. Alkali neben Krystallen von kohlens. Kalk auch Quarzkrystalle.

**) Bisilicat bildet aus *NaS* kiesels. Natron u. *HS*. *HS* schlägt in nicht verdünnten Lösungen Kiesels. nieder. Ueber die Niederschläge der Kiesels. in Schwefelwässern s. §. 157.

§. 177. Verkieselung. Vorweltliche Quellen mit Kieselsäure.

Als ein Zeugniss des häufigen Vorkommens Kieselsäure-haltiger W. dient das allgemeine Vorkommen verkieselter Gesteine u. organischer Formen. Die Verkieselung ist eine Imprägnation mit Kiesels., welche sich bisweilen bis zu einer gänzlichen Substitution der ursprünglich vorhandenen Masse durch Hornstein oder dichten Quarz steigern kann. Eine Verkieselung kann wohl lediglich auf hydrochemischem Wege hervorgebracht werden; wenn sie also im Contakte oder in der Nachbarschaft eines pyrogenen Gesteins beobachtet wird, so berechtigt dies nur zu dem Schlusse, dass letzteres den Ausbruch Kieselsäure-haltiger W. begünstigt hat. »Die Verkieselung kommt in grösserem Maassstabe zumal bei Kalksteinen u. Sandsteinen, seltener bei Schiefern, Felsittuffen, Trachyttuffen, Felsitporphyren u. Graniten vor, wird aber im Contacte quarzreicher Gänge, wenn auch nur in kleinem Maassstabe, bei vielen anderen Gesteinen beobachtet. Nicht selten wird sie von Quarz- oder Hornsteinbildungen in der Form von Trümmern, Adern, Nieren, Drusen u. anderen accessorischen Bestandmassen begleitet; doch würde das blosse Vorkommen dieser letzteren noch nicht zu der Annahme einer Verkieselung berechtigen, welche nothwendig die eigentliche Masse des Gesteins betroffen haben muss. Bei den Kalksteinen erfolgte die Verkieselung auf Unkosten des Gesteins selbst, welches mehr oder weniger verdrängt wurde, u. bisweilen gänzlich verschwunden ist, so dass dieselben Schichten, welche ursprünglich Kalkstein waren, jetzt als Hornstein vorliegen. Dasselbe war wenigstens theilweise bei der Verkieselung der Porphyre u. Granite der Fall, indem solche eine gänzliche oder partielle Zerstörung ihres feldspathigen Gemengtheils erfuhren. Alle diese Erscheinungen sind nur dadurch zu erklären, dass kieselhaltige Wasser das Gestein längere Zeit imprägnirt u. mit Kieselerde erfüllt haben, wobei im Kalksteine der Kalkspath, im Granite der Feldspath in demselben Maasse aufgelöst wurde, in welchem der Absatz der Kieselerde erfolgte.« Naumann Geognos. I, 774. Bei solchen Verkieselungen ist nicht selten ein allmäliger Uebergang des ursprünglichen Gesteins in das verkieselte wahrzunehmen. Auch deutet das Vorkommen von Flussspath, Baryt etc. auf dagewesene Quellen.

Ueber die Verkieselung s. Petzholdt, Die Silification organischer Körper, 1853. Interessante Beobachtungen u. Folgerungen über den Verkieselungsprozess überhaupt, so wie über die wahrscheinliche Mitwirkung schwefelsäurehaltiger Quellen dabei finden sich in Schmid u. Schleiden: Ueber die Natur der Kieselhölzer, 1855.

(Maschke erklärt die Verkieselung der Pflanzen aus der Beschaffenheit der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit. Enthält diese Kiesels. u. Salze, so muss nach Concentration des Saftes in der Pflanze ein Moment eintreten, wo die Salze Kiesels.-Hydrat abscheiden, welches eintrocknet u. die opalartigen Massen bildet, aus denen die verkieselten Pflanzen in der Regel bestehen.)

Noch gegenwärtig bilden sich verkieselte Pflanzen; z. B. auf Island in der Nähe des Geyser u. auf der azorischen Insel St. Miguel, wo nach Webster die heissen Qu. von Furnas viel Kieselerde absetzen, wodurch Gras, Blätter, Farrnkräuter, Holz etc. vollkommen versteinert werden. Auch berichtet Eschwege, dass im Distrikte St. Paul in Brasilien ein Bach fliesst, welcher so viel Kieselerde aufgelöst enthält, dass alle in ihn fallende Pflanzentheile erst mit Kiesels. inkrustirt u. dann selbst verkieselt werden. Bekannt ist es, dass die Holzpfähle der von Trajan im J. 104 bei Belgrad über die Donau geschlagenen Brücke von ihrer Ober-

fläche herein einen halben Zoll tief verkieselt sind. Die unzähligen versteinerten Baumstämme, welche auf der Insel Lesbos vorkommen, sollen gleichfalls im Innern noch weich u. zerreiblich sein, während sie nach aussen völlig verkieselt sind. Kais. Akad. d. Wiss. zu Wien IV, 1852, 855. Naumann Geogn. I.

Kieselerde, theils als Quarz u. Hornstein, theils als Chalcedon, Flint u. Opal erscheint sehr häufig nicht nur als Versteinerungsmaterial, sondern auch als das Material von Steinkernen u. Abgüssen. Die meisten verkieselten Hölzer rechnet Petzholdt zu den Verkieselungen durch Umhüllung. In einem verkieselten Holze aus einer Kohlengrube, worin die Holzstruktur sehr deutlich erhalten ist, bemerkte *Seegen mehrere Chalcedonadern von 2—3‴ Durchmesser u. eine 1″ haltende Höhlung voll der schönsten Bergkrystalle.

Die Kieselerde hat sich sehr häufig in den durch Gase oder Dämpfe gebildeten Höhlungen zähflüssiger Massen abgesetzt. „Die Bestandtheile der Ausfüllungs-Mineralien“ sagt Naumann mit Bezug auf die Achatmandeln der Melaphyrformation „sind allmälig im Zustande wässeriger Auflösung, u. wahrscheinlich unter Mitwirkung kohlensaurer M.W. in die Blasenräume eingeführt worden; die Ausfüllung der grössern Blasenräume erforderte daher eine geraume Zeit, während welcher, durch Veränderungen in der Beschaffenheit u. Temperatur dieser M.W., eine Succession verschiedener Bildungen Statt finden konnte. Ueber die eigentliche Bildungsstätte dieser, in die Blasenräume eingeführten Solutionen, u. über die Art u. Weise ihrer Einführung sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden, indem man sich die Mineralstoffe entweder unmittelbar aus dem Melaphyre selbst ausgelaugt, oder mittelbar von aussen her zugeführt dachte, u. indem man theils eine locale Instillation an einzelnen Punkten, theils eine allgemeine Infiltration (oder Insudation) an der ganzen Innenfläche des Blasenraumes voraussetzte. Die Erscheinungen, welche uns die grösseren u. zusammengesetzteren Mandeln vorführen, machen es wahrscheinlich, dass diese verschiedenen Voraussetzungen zugleich erfüllt gewesen sind. Die in den Melaphyr eingedrungenen W. mögen schon einige Mineralstoffe enthalten haben, während sie wohl die meisten erst bei ihrem Durchgange durch das Gestein aufnahmen, u. sie mögen anfangs auf der ganzen Fläche des Blasenraumes eingedrungen sein, während sie später nur noch an einzelnen Instillationspunkten einzutreten vermochten. Diese Einführungs-Canäle oder sogenannten Infiltrationspunkte sind in den durchschliffenen Achatmandeln bisweilen sehr deutlich zu erkennen.“ Naumann. In den grössern Mandeln hat der Ansatz häufig mit einer Haut von Grünerde oder Delessit begonnen, worauf gewöhnlich Chalcedonbildung folgte, dann krystallinische Quarzbildungen u. Zeolithbildungen eintraten u. oft noch ein freier Raum blieb. „Eine allgemeine Infiltration oder eine locale Instillation von Kieselgallert scheint bei den Achatmandeln unmittelbar nach der Bildung der Delessitkruste eingetreten zu sein. Die Carbonate von Kalkerde, Magnesia u. Eisenoxydul wurden durch denselben Zersetzungsprocess geliefert, welcher die Kieselgallert erzeugt hatte. u. wahrscheinlich in einer Einwirkung kohlensaurer W. begründet war, die den Melaphyr stellenweise durchdrangen, u. die Gemengtheile seiner Grundmasse in Angriff nahmen. Nachdem in der Kieselgallert das zur Chalcedonbildung erforderliche Material abgesetzt worden war, schoss krystallinische Kieselerde als Quarz u. Amethyst aus der den Blasenraum erfüllenden Flüssigkeit an, bis endlich, bei allmälig vermindertem Kieselgehalte, Zeolithe u. andere Silicate zur Ausbildung gelangten.“

Das Vorhandensein von kiesels. Kalk in gemeinen Wässern ist von Wichtigkeit, indem es Licht wirft auf die Bildung von Zeolithen in Blasenräumen, welche nur auf nassem Wege vor sich gehen konnte.

Am Monte Rufoli in Toscana ist nach Hamilton der Serpentin sehr verbreitet u. sehr reich an Chalcedon u. Achat. Diese kieseligen Mineralien bilden theils kleine Adern theils grössere Gänge, andere Massen sind auf der Oberfläche des Serpentins ausgebreitet u. überlagern ihn grade so, als ob sie oberflächliche Ausbreitungen der mächtigeren Gänge wären; sie zeigen eine grosse Manchfaltigkeit von Chalcedon, Karneol, Achat u. Opal. Hamilton erklärt diese Bildung als das Produkt heisser Qu., welche durch den Serpentin hervorbrachen. Quart. Journ. of

the geol. I, 1845. Auch Naumann äusserte die Vermuthung, dass die Serpentin-Eruptionen in vielen Fällen den Weg für Kieselsäure-reiche M.Qu. geöffnet haben.

Die quarzigen Gesteine, welche die Porphyre gangartig begleiten, lassen vermuthen, dass vorweltliche, an Kieselerde reiche M.Quellen auf den durch die Porphyrgänge geöffneten Spalten ihren Ausgang fanden, u. Quarz, Hornstein u. Achat absetzten, bis endlich die Ausflusskanäle gänzlich gestopft waren. Dufrenoy bemerkt, dass in der Kette des Forez die Gränze der Porphyre gegen den Granit meist durch Quarzgänge bezeichnet werde. Bei Saint-Priest-la-Prugne setzen, genau auf der Gränze des quarzführenden Porphyrs u. Granites, Gänge von Quarz u. Achat auf. Bei Combanouze u. an vielen andern Punkten findet Dasselbe statt u. oberhalb Saint-Thurin zieht ein solcher Quarzgang wie eine Mauer fast 2000 Meter weit parallel im Thale fort, beständig zwischen Granit auf der einen, u. Porphyr auf der anderen Seite. Cf. Naumann Geogn. II, 707.

Der örtliche Zusammenhang von noch bestehenden Qu. mit Quarzgängen deutet auch darauf hin, dass diese letztern als Quell-Bildungen anzusehen sind. In der verlängerten Richtung des Thales von Plombières hat Daubrée zahlreiche Quarzgänge nachgewiesen. Mächtige Quarzgänge finden sich in dem mit Plombières parallel laufenden Thale von Roches. In Chaude-Fontaine kommen aus solchen Gängen noch Qu. von 23°5 hervor. Die laue Qu. von Badenweiler kommt aus einem Gange zu Tage, welcher von Quarz u. Schwefelblei erfüllt ist. Im §. Vorweltliche Qu. kommen wir nochmal auf derartige Bildungen zu sprechen.

Oft zeigen sich nach Bouis bei Auffindung von Quellen die Adern (veines aqueuses) erfüllt mit einer weissen pulpösen Masse u. mit gelben Theilen. Das ist nicht reine Glairine, sondern die Masse besteht wesentlich aus Kiesel-Gallert. „So stark ist die Wirkung des Wassers auf den Felsen". (Danach wäre dies kein Absatz, sondern ein Zerstörungs-Produkt.) Das Gelbe ist Schwefel.

„Hausmann hat aus der, an amorphe, opalartige Kieselerde erinnernden Beschaffenheit gewisser Kieselschiefer die sehr wahrscheinliche Folgerung gezogen, dass die Bildung dieser Gesteine, etwa so wie jene des Kieselsinters, durch kieselhaltige Quellen veranlasst worden sein möge, aus denen sie vielleicht ursprünglich als Kiesel-Gallert abgesetzt wurden. (Ueber die Bildung des Harzgeb. S. 79 f.) Diese Ansicht hat in der That Vieles für sich, wenn man bedenkt, dass nach Freiesleben der Kieselschiefer zwischen Lichtenberg u. Steben in Oberfranken förmliche Gänge bildet, auf denen zugleich viel Alaunschiefer vorkommt etc." (Naumann.) Die grosse kieselige Hornstein-Bildung des Staates Ohio, welche sich über 30 geogr. Meilen weit erstreckt u. meist 8—10′ mächtig ist, hält Hildreth für das Produkt heisser Quellen, welche auf dem Boden des alten Oceans hervorbrachen u. die Kieselerde absetzten (Amer. J. of sc., vol. 29, 1835). Sehr wahrscheinlich haben solche M.Qu. auch die Kieselerde zur Bildung gewisser Sandsteinformationen geliefert, in denen sich so häufig eine völlig krystallinische Ausbildung der Sandsteine kund gibt.

Dana glaubte, der Serpentin sei eine Sedimentbildung, welche durch heisses, mit Kieselerde u. Magnesia geschwängertes W. metamorphosirt worden. „Der Hornstein u. Quarzit von Saint-Priest ist wohl als das Produkt einer durch Mineralquellen bewirkten Verkieselung des Sandsteins zu betrachten" (Naumann). Das Nebengestein der Porphyre ist oft auf eine eigenthümliche Weise zersetzt oder mit Kieselerde oder auch (u. zwar besonders häufig u. reichlich mit Eisenoxyd imprägnirt; „diese Veränderungen lassen sich als die Wirkungen des unterirdischen Wassers betrachten, welchem längs den Salbändern der Porphyrgänge seit undenklichen Zeiten Wege zum Durchsickern geöffnet waren, wobei es theils zersetzend gewirkt, theils Kieselerde oder Eisenoxyd abgesetzt hat." (Naumann.)

Wenn eine Lösung eines alkalischen Silicates mit kohlens. Kalk selbst in der Kälte zusammenkommt, so entsteht kiesels. Kalk u. kohlens. Alkali. Kuhlmann fand, dass kiesels. Kalk die Kreide begleitet, welcher wahrscheinlich also nur von einer Infiltration einer Lösung des kiesels. Kalis oder Natrons herrührt. Diese Ansicht wird unterstützt durch die Anwesenheit von etwas Kali in der Kreide, so wie durch die Adern von kiesels. Kalk, die sie oft nach allen Richtungen hin durchziehen.

§. 178. Erst- u. zweit-atomige (gebundene) Kohlensäure.

Wir haben uns schon mit der absorbirten CO^2 beschäftigt; es bleibt nur noch die CO^2 in fixer Verbindung zu betrachten u. zwar insofern sie als erstes u. zweites Atom, wie man sagt, ganz gebunden oder halbfrei ist, u. einfache Carbonate oder Bicarbonate bildet. Die CO^2 geht aber Verbindungen mit den meisten basischen Stoffen ein. Es ist nicht immer bei den Wässern genau zu bestimmen, mit welchen Basen sie vorzugsweise in Verbindung zu denken ist; selbst ist die Menge der gebundenen CO^2 in den Fällen, wo Kiesels. u. gewisse organische Säuren vorhanden sind, insofern nicht mit Sicherheit anzugeben, als man nicht weiss, ob Kiesels. u. jene organische Säuren oder eine äquivalente Menge CO^2 als verbunden mit den basischen Stoffen zu halten ist. Selten sind W., in denen keine CO^2 gebunden anzunehmen ist; z. B. jene, in denen Salzsäure oder Schwefels. im Ueberschuss besteht oder solche, die überhaupt gar keine CO^2 enthalten. Die meisten haben auch nicht blos genug CO^2 um das erste Atom der Carbonate zu bilden, sondern auch noch für das zweite Atom zur Bildung von Bicarbonaten.

R. Kersting (*Annal. d. Chem. 1855, N. R. XVIII) gibt eine Methode an, freie u. gebundene CO^2 durch Titriren zu bestimmen, die ich hier einschalten will.

Die Röthung des Lackmus durch freie CO^2 eignet sich zu weit schärfern Messungen als man bisheran angenommen hat. 100 C.C. reines W. mit 4 Tropfen Lackmustinctur blassblau gefärbt, werden violett durch 0,2 C.C. schwach perlendes kohlens. W., d. i. ungefähr 0,4 Milligr. CO^2 oder 2 Milliontel CO^2. Auch in Lösungen, welche doppelt kohlens. Alkalien oder Erden enthalten, wird Lackmus durch einen geringen Ueberschuss von CO^2 violett gefärbt: der nöthige Säureüberschuss beträgt $^1/_{50000}$ der Flüssigkeit. Da die vorhandenen doppelt-kohlens. Salze nicht auf Lackmus wirken, so ist zur Auffindung der sauren Reaktion für je 2 Aeq. CO^2 1 Aeq. NaO erforderlich. Bei genauer Neutralisation wird die Menge einer zugesetzten Natronlösung also das Maass für die freie CO^2 sein. Bei aufbrausenden Flüssigkeiten, wie viele M.W. sind, setzt man eine überschüssige Menge concentrirter Aetznatronlösung von bekannten Gehalt zu u. neutralisirt mit SO^3 von bekanntem Gehalte. Befindet sich das M.W. bereits in verkorkten Flaschen, so muss man diese auf wenigstens 5° C. abkühlen. Wenn man dann den Stopfen auszieht, so kann man die Lauge eingiessen, ehe durch Moussiren ein Verlust an CO^2 entsteht. In den meisten Fällen werden 5 C.C. für eine Flasche von 500—600 C.C. hinreichen. Eine Flasche künstliches Selters zeigte 22,7 CO^2 in 10000.

Die Bestimmung der gebundenen CO^2 lässt sich direkt auf dem bekannten alkalimetrischen Wege mit titrirter Schwefels. ausführen. Bestimmt man die gebundene CO^2 im W. ohne vorher einzudampfen, so entsprechen SO^3 40 CO^2 44. Als beste Methode bewährte sich das Einweichen von kleinen Blättchen Reagenspapier. Gegen Ende der Sättigung wird nach Zusatz jeder neuen Menge Säure ein Blättchen ganz neutrales blaues Lackmuspapier von 1 Qu.C. Grösse in die Mischung geworfen, dann nach einigen Sekunden mit einem Glasstabe auf einen Porzellanteller gelegt, der durch das Wasserbad auf 100° erwärmt war. Will man das Erwärmen umgehen, so kann man mit gleich genauem Erfolge statt Lackmus auch Malvenpapier gebrauchen, das von CO^2 gar nicht verändert, von Schwefels. oder Salzsäure aber violett wird. Das Papier wird aus der schwarzen Stockrose (Malva arborea) u. Brennspiritus durch Erhitzen u. Eintauchen feinen Filtrirpapiers in die abgekühlte Tinktur bereitet.

Die Menge der erst-atomigen CO^2, natürlicher Weise ebengross wie die des zweiten Atoms, ist besonders bei den Wässern bedeutend, welche viel kohlens. Kalk oder Magnesia oder Natron enthalten; u. zwar, weil das kohlens. Natron in viel grösserer Menge löslich ist, als die Erdcarbonate,

trägt namentlich dieses Carbonat bei, die Zahl der erst-atomigen CO^2 hoch zu stellen.

Verhältniss der erst-atomigen Kohlensäure zur überschüssigen. Die fixe, erst-atomige CO^2, welche die Säure der Carbonate ausmacht u. die mit ihr gleichwerthige halbfreie oder zweit-atomige CO^2 scheint zuweilen in einem einfachen Verhältnisse zur absorbirten oder zur Gesammtkohlensäure zu stehen, so dass man die Carbonate als Tricarbonate oder überhaupt als Multipel-Carbonate *) betrachten könnte.

So beträgt z. B. im W. des Hubbades nach Bunsens Analyse (1858) die erst-atomige CO^2 495,72 Z.T. Vol., die übrige 486,8.

In folgenden Wässern ist vielleicht zufällig der Werth der erst-atomigen CO^2 $^1/_2$, $^1/_5$, $^1/_7$ der Gesammtkohlensäure.

	Erst-atom. CO^2.	Gesammt-CO^2.
Marienbader Kreuzbr. nach Ragsky	19,219 × 2 = 38,438;	38,896
Acqua acetosa nach Comaille	4,286 × 5 = 21,43 ;	21,413
Kleiner Sprudel zu Nauheim n. Bromeis	5,628 × 5 = 28,14 ;	28,2
Selters nach Kastner	5,544 × 5 = 27,72 ;	28,25
Roisdorf nach Bischof	6,569 × 5 = 32,85 ;	32,55
Homburger Louisenbr. n. Fresenius	3,795 × 7 = 26,575;	26,515.

Es kommen aber die verschiedensten Verhältnisse vor; so verhält sich in der Grande Grille von Vichy nach Bouquets Analyse die Gesammt-CO^2 zur erst-atomigen fast wie 5 : 2, in der Franzensbader Neuqu. nach Cartellieri fast wie 6 : 1; in vielen Sauerwässern ist das Verhältniss ein ganz unregelmässiges. **)

Es gibt M.W., abgesehen von denen mit Säure-Ueberschuss, in denen man keine fixe CO^2 anzunehmen braucht, sondern die geringe Menge der vorhandenen CO^2 als absorbirte ansehen kann. Betrachten wir die durch Division auf 1000 bezogenen Werthe mit $^1/_{10}$ der Aequivalente erkaltenen Quotiente zweier solcher Wässer.

1) Baden in Baden, Hauptqu, nach Bunsen 1857:

Chlor	3,925	Natron (incl. Kali u. Ammon)	3,91
Schwefelsäure	,286	Kalk (incl. Magn. u. Eisen)	,556
Kieselsäure (SiO^3)	,263	Summe	**4,466**
Summe	**4,474**	Chlor mit Natron, Schwefels. etc. + Kiesels. mit Natron äquivalent.	
Kohlensäure	,685		

2) Warmbrunn, Grosses Bad nach Fischer 1836.

Chlor	,12	Natron	,679
Schwefelsäure	,336	Magnesia	,007
Kieselsäure	,258	Kalk	,034
Summen	**,714**		**,72.**
Kohlensäure	,27.		

Ueber das chemische Verhalten von Kieselsäure u. Kohlensäure gegeneinander ist bereits mehrmals Rede gewesen. Scheerer hat kürzlich gefunden dass 30 Th. Kiesels. aus übersehüssigem kohlens. Natron bei hoher Temperatur 44 CO^2 austreiben u. Yörke hatte früher dasselbe für kohlens. Lithion gezeigt. Dies spricht also für die Formel SiO^2.

---

*) Die freie CO^2, die erforderlich wird, um eine Quantität eines Erdsalzes zu lösen, steht wohl ohne Zweifel in einem bestimmten Verhältnisse zu der CO^2 des Erdcarbonates selbst; doch ist diese Proportion in den wenigsten Fällen erforscht. Nach Lassaigne soll sich z. B. der kohlens. Baryt in kohlens. W. als 6fach kohlensaures Salz lösen, also soll die CO^2 des W. das Fünffache von der CO^2 des Salzes betragen. Auch vom kohlens. Kalke soll dasselbe gelten. (?) Wir kommen darauf zurück.

**) Selten steht die CO^2 zu andern Bestandtheilen der M.W. in einem einfachen Verhältnisse.

§. 179. Verhältniss der Säuren zu den Alkalien. Alkalische Wässer.

Manche W., namentlich auch Thermen, haben so wenig Ueberschuss an Säure, dass nur eine ganz geringe Menge von CO^2 als absorbirt anzusehen ist (§. 55), oder dass die vorhandenen Carbonate noch nicht als Bicarbonate aufgestellt werden können. Letzteres ist nach Du-Mênil bei mehreren Qn. von Eilsen der Fall. Im W. von Karlsbad war, als Berzelius (resp. Steinmann) untersuchte, grade so viel CO^2 überschüssig, um alle Carbonate als doppelte erscheinen zu lassen; später bemerkte aber Wolf, dass in verschiedenen dortigen Qn. die CO^2 dazu nicht ausreichte, sondern dass ein Theil der Salze als Sesquicarbonate sich im W. befände, was *Minding im Aug. 1840 bei den meisten derselben, namentlich beim Sprudel u. Neubrunn, bestätigt fand, während er nur beim Schlossbrunn einen deutlichen CO^2-Ueberschuss antraf.

Bei der Berechnung der Vertheilung der CO^2 hängt oft der Betrag der überschüssigen CO^2 von der Rolle ab, welche man der Kiesels. zuertheilt, ob man sie als ungebunden ansieht oder in welchem Verhältnisse sie mit den Alkali-Metallen verbunden sein soll.

In einigen edlen Wässern reicht die CO^2 sicher nicht aus zur Bildung von Bicarbonaten, selbst wenn man der Kiesels. ihren Rang als Säure zuertheilen wollte. Wohl ohne Zweifel ist dies beim Teplitzer Thermalwasser der Fall. Auch Bertrich bietet dazu ein seltenes Beispiel; als Mohr es 1845 analysirte, enthielt es unter andern neutralen Bestandtheilen an Säure nur 0,24 Kiesels. u. 0,336 CO^2 (abgesehen von wenig Thonerde oder Phosphors. u. 0,413 organischem Stoff, die etwas Säure vertreten könnten), welche sicher nicht ausreichen würden, auch nur 1,84 einfach kohlens. Natron u. 0,815 einfach kohlens. Kalk als Bicarbonate neutral zu machen. Ausserdem ist aber noch 0,642 »reine Magnesia« verzeichnet. Dies W. ist also sicher ein alkalisches. Es liegt in einer Gegend, die reich an Vulkanen der Urwelt ist. Auch eine Kochsalz-Therme am Great Salt Lake hat nach Jackson's Analyse so wenig saure Stoffe, dass 2,4 Magnesia frei bleiben würden. Aehnliches ist bei einem sehr alkalisch reagirenden W. der Fall, zu Salles bei Rodez, worauf Blondeau neulich aufmerksam gemacht hat. Cf. S. 168.

Man nennt gewöhnlich diejenigen M.W. alkalisch, die Natron-Carbonat, -Sesqui- oder -Bicarbonat, enthalten u. deshalb das eingetauchte Lackmuspapier blau machen. Im Allgemeinen sind aber die Natroncarbonat-W. in der That nicht alkalisch, da das neutrale Salz, das Bicarbonat, in ihnen vorzukommen pflegt. Es ist aber bekannt, wie leicht das Bicarbonat an der Luft einen Theil seiner CO^2 verliert u. deshalb wirklich alkalisch wird. So wird das mit dem neutralen oder sogar sauren, Alkali-Bicarbonat enthaltenden W. nass gemachte Lackmuspapier von dem an der Luft entstehenden freien Alkali gebläut, obwohl grade viele solcher alkalischen W. wegen ihres Ueberschusses an CO^2 dasselbe Papier anfangs roth machen. Doch gehört zur deutlichen Röthung des Papiers ein gewisser Ueberschuss an CO^2. Selbst sorgfältig bereitete erdige Bicarbonate grünen den Veilchensyrup, u. kohlens. Kali oder kohlens. Magnesia, in kohlens. W. aufgelöst, sollen sogar noch

dann alkalisch reagiren, wenn auch durch Compression mehr CO^2 ins W. gebracht war, als es unter dem gewöhnlichen Luftdrucke aufnehmen kann. Diese Reaktion findet sowohl beim Fernambuk- als beim Curcuma- oder Rhabarber-Papier statt. Nach *Buchner färbt überhaupt jedes aus dem Flötzkalkgebirge Oberbaierns entspringende Quell- u. Brunnenwasser des Isarthales wegen seines Gehaltes an erdigen Carbonaten schwach geröthete Lackmustinktur blau. Auf Lackmus reagiren nach *Riffard übrigens auch einige andere neutrale Salze, besonders schwefels. Magnesia, Chlor-Magnium u. -Calcium, weniger schwefels. Kalk u. Chlorbaryum, etwas alkalisch.

§. 180. Alkalische Basen überhaupt.

Natrium- u. Kalium-Salze werden vom W. theilweise fertig u. frei liegend angetroffen, wie Chlornatrium u. das mit ihm in viel kleinerer Menge zuweilen vorkommende Chlorkalium, oder gewissermaassen verhüllt, wie die in festern Gesteinen vorhandenen Chlorverbindungen u. Sulfate. Beispiele vom Natrium- u. Kalium-Vorkommen in den Gesteinen sind bereits viele gegeben worden.

Der Kali- u. Natron-Gehalt verschiedener Gesteine oder derselben Gesteinart in verschiedenen Gegenden oder auch desselben Fundortes zeigt sehr wechselnde Verhältnisse. Bald ist mehr Kali, bald mehr Natron vorhanden.

Beispiele dazu bieten die schon angeführten Analysen von Gesteinen (S. 141, 155) u. die nachfolgende Tabelle, worin aber vorzugsweise solche Steine aufgenommen wurden, die mehr Natron als Kali enthielten.

Es enthielten in 10000 Theilen:	Theile von Kali	Natron	nach:
6 Arten Klingstein	309—514	726—1380	Struve.
Gneiss von Gratz	202	337	Hruschauer.
Basalt aus Niederschlesien	63	618	Löwig (Journ. f. pr. Chm. 65. B.).
Gestein des Erhebungskraters auf Guadeloupe	380	3080	„ .
Melaphyr	162	710	Söchting (Pharm. Ctrlbl. 1854).
Amerik. Clingtonit	29	114	(Centralbl. 1855, 9).
Augit	65	213	(„ „ ,760).
Lava vom Aetna	77	345	Löwig.
„ „ „	98	3070	(Journ. f. pr. Chem. 65. B.).
Asche des Guntur auf Java	55	290	(Noch 930 Kalk, 330 Magn.).

Mehr Natron als Kali enthielten noch mehrere Gneisse (Centralbl. 1855, 846) u. mehrere Thone von Vichy (*Bouquet).

Braunkohlen enthalten nach *Kremers mehr Kali als Natron; aber in den Steinkohlen scheint das Verhältniss beider sehr zu wechseln.

In Kalktuff von Kannstadt fand Schramm: kohlens. Natron 27,2, kohlens. Kali 3,6. Ein Kalktuff von Honau enthielt weniger Natron als Kali.

In den Kalksteinen, die Schramm untersuchte, stand Kali zu Natron annähernd im Verhältnisse von 1 : 2 Aequ.; in einzelnen Sorten waren relativ mehr Kalium-Salze.

Als vorzüglichster, der Zersetzung zugänglicher Antheil des krystallinischen Gebirges u. als Quellen von Kali u. Natron sind die verschiedenen Arten des Feldspathes hier anzumerken.

Durch die Verwitterung des Gesteins kann mehr Natron als Kali freigemacht u. vom W. fortgeführt werden. Mit fortschreitender Verwitterung geht aber auch alles Kali fort.

Ein Klingstein enthielt im frischen Zustande 345 Kali, 970 Natron, verwittert 544 Kali, 326 Natron, ein anderer 310 Kali, 1150 Natron, verwittert 668 Kali, 380 Natron; ein Basalt 135 Kali, 735 Natron, verwittert 262 Kali, 231 Natron. (Struve.)

Es bemerkt v. Dechen von einer Grauwacke, dass in den untern Schichten Natron gegen Kali vorherrsche, nach oben zu aber zurücktrete, wie auch, dass unten am wenigsten Eisen u. Kalk sei, nach oben zu aber beide zunehmen, während für Kiesels. das Umgekehrte gelte. (*Arch. d. nat. Ges. f. Rheinl. XII, 1855, 117.)

Ein zersetzter Basalt, den Rhodius untersuchte, enthielt weder Alkalien noch Kalk mehr. Verwitterter Dachschiefer hatte nach Suckow fast alles Kali verloren. Vgl. S. 155.

Unbestreitbar bleibt die Thatsache, dass, wie Gartenerde (S. 177), so auch manche Gesteinarten eine grössere Anziehungskraft für Kali als für Natron haben.

Die Entstehung mancher Mineralien wird von den Geologen dadurch erklärt, dass gelöst gewesenes Kali hinzugetreten ist, wobei ein Austausch gegen Natron als schwächere Basis erfolgen konnte. So verhält es sich mit Grünerde, Apophyllit, Cordierit, Glimmer u. a.. Sind die Fossilien, welche Alkalien aufnehmen können, im Granit in solcher Menge vorhanden, dass sie alles Kali absorbiren, welches ihnen von zersetztem Feldspathe durch die Gewässer zugeführt wird, so ist der Bildungsprozess kalihaltiger Fossilien ein Aequivalent für den Zersetzungsprozess kalihaltigen Feldspathes. In diesem Falle werden die, den Granit durchdringenden Gewässer, wenn sie in einem Thalabschnitte als Qu. zum Vorschein kommen, kein Kali, sondern nur diejenigen Substanzen enthalten, welche sie durch Austausch aus den umgewandelten Fossilien aufgenommen haben. (Bischof.) Bei dem häufigen Wechsel der Schichten in den jüngern sedimentären Formationen kann es ebenfalls leicht vorkommen, dass in einer Schicht aufgenommenes kiesels. Kali in einer andern, welche nicht mehr durch CO^2 zersetzt wird, Kali abgibt u. etwa Cordierite in Glimmer umwandelt. Einer ähnlichen Absorption scheint das Natron seltener unterworfen zu sein.

§. 181. Natrium, *Na*, besonders kohlensaures Natron.

Aequivalent von Natrium 23, von Natron, NaO, 31.

Wir haben schon das gewöhnlichste der Natriumsalze, nämlich Chlornatrium abgehandelt. Auch abgesehen vom Chlornatrium ist Natron die am häufigsten in den Wässern, namentlich in den edlen Wässern vorkommende Basis, welche selten oder nie fehlt.

Porla wird mit Unrecht als Beispiel eines W. ohne Natron angeführt; es ist dies ein gelbes, in den Ruf einer Heilqu. gekommenes Sumpf-W., das mehr Kali als Natron enthält. Calliano, ein salpeterhaltiges, auch sumpfiges Gyps-W. soll auch kein Natron haben. Nach der Analyse von Payen hat das W. des artesischen Brunnens zu Grenelle kein Natrium, dagegen viel Kalium.

Das Natron kommt besonders in Form zweier Salze in den M.Wässern vor, nämlich mit CO^2 u. mit SO^3 verbunden als kohlens. u. als schwefels. Natron.

Kohlensaures Natron (Natroncarbonat) ist zusammengesetzt aus 31 NaO u. 22 CO^2; das zweifach kohlens. Natron (Natronbicarbonat) aus 31 NaO u. 44 CO^2. Es sind 100 Th. von diesem im Natrongehalte gleich 70,67 von jenem. In Deutschland wird gewöhnlich die Rechnung auf das

wasserfreie kohlens. Natron geführt; französische Chemiker geben wie immer, häufig auch deutsche, Natronbicarbonat an.

Die Löslichkeit des einfachen Carbonates ist viel grösser, als die des Bicarbonates, was schon daraus erhellt, dass eine gesättigte Lösung davon, wenn sie mit Kohlens. angeschwängert wird, Bicarbonat fallen lässt. Für 1 Th. des wasserfreien Bicarbonates sind etwa 16 Th. kalten W. nöthig zur Lösung. Immerhin könnten also in 10000 Th. W. über 600 doppeltkohlens. Natron aufgelöst sein. Nach einem andern Versuche gibt eine bei 11°2 gesättigte Lösung von Natronbicarbonat in W. 483 Z.T. wasserfreies einfach kohlens. Natron.

Vorkommen in den Mineralien. In sehr vielen Gesteinen kommt Natron vor u. zwar, wie man annimmt, in Verbindung mit Kieselsäure, vielleicht auch theils mit Chlor u. Schwefelsäure verbunden. Cf. §. 180. Beim Zutritt des mit viel oder wenig Kohlens. beladenen W. wird das Natron-Silicat, vielleicht auch das Chlornatrium u. das schwefels. Natron, zersetzt u. kohlens. Natron gebildet. Diese Zersetzung der Mineralien ist noch nicht ganz aufgeklärt, jedoch weiss man, dass das Natron der Gesteine durch Verwitterung abnimmt u. dass es sich auch als Carbonat durch einfaches u. besonders durch kohlens. W. ausziehen lässt.

Bensch liess Basalt mit W. möglichst fein reiben u. diesen Schlamm mehrere Monate in einem Becherglase mit Papier bedeckt stehen. Aus der festgewordenen Masse, welche eine Efflorescenz zeigte, konnte ziemlich viel kohlens. Alkali mit W. ausgezogen werden. (Ann. d. Chem. Bd. 91.) Laugte Struve Basalt oder Syenit mit kohlens. W. aus, so erhielt er 3,55 u. 3,35 kohlens. Natron auf 10000 der Flüssigkeit in Lösung, bei mehrfachem atmosphärischem Drucke aber 3 oder 3,35. An einer frühern Stelle (S. 146—149) haben wir die Möglichkeit gesehen, aus vielen Gesteinen, besonders aus Phonolith, mit kohlens. W. kleinere oder grössere Quantitäten kohlens. Natrons auszuziehen. Was hier im Versuche durch massenhafte Einwirkung der CO^2 geschieht, das findet bei der Verwitterung allmälig statt; der Austritt des Natrons macht sich dabei durch dessen Abnahme im verwitterten Gesteine (§. 96) u. durch die Ausblühungen von kohlens. Natron (S. 152) bemerklich. An vielen Orten der phlegräischen Felder blüht dieses Salz aus; aber nicht blos vulkanische Gesteine blühen kohlens. Natron aus (S. 166), sondern auch sedimentäre; z. B. witterte ein Thonschiefer, worin jedoch noch mehr Kali (2,96 %) als Natron (1,62 %) war, ein Salz aus, das 92 % kohlens. Natron enthielt. Auch kalkige Gesteine enthalten oft ziemlich viel kohlens. Natron (§. 92).

Gewöhnlich ist das ausblühende Natron einfach kohlensaures. Die natürliche, aus dem Boden (künstlich?) ausgelaugte Soda von Debreczin enthielt nach Wackenroder (1843), wohl nach Abzug des W.:

Kohlens. Natron	89,84
Chlornatrium	4,34
Schwefels. Natron	1,63
Kiesels. „	1,61
Phosphors. „	1,46.

Andere solche Ausblühungen enthalten mehr CO^2, aber wohl nie so viel als das Bicarbonat.

Urao heisst ein dem Sesquicarbonate (CO^2 33, NaO 31) ähnliches Salz aus einer Lagune bei einem Dorfe Lagunillas, südöstlich von Merida, in welchem auf CO^2 39, NaO 41,22 (u. fremde Stoffe 0,98) kommen. Annal. d. Chim. 1825. Der Lonarsee in Ostindien setzt ebenfalls ein Sesquicarbonat ab mit CO^2 38 auf NaO 40,9, was sich seiner Zusammensetzung nach noch mehr als die Trona der See'n von Fezzan dem normalen 1½ kohlens. Salze nähert. An der Süd- oder Westküste Afrikas ist eine mehrere Acres grosse Ablagerung von Sesquicarbonat (CO^2 24,4, NaO 23,6) u. vielem Kochsalz. Ebenso enthält der See de Van in Armenistan die Sesquicarbonate von Natron u. Magnesia mit einem kleinen Ueberschuss von CO^2. Durch Abdampfung erhält man 4/3 kohlens. Natron. Comptes rend. 1845. Sieh jedoch S. 340.

Es werden noch folgende Analysen natürlicher Sodasalze angeführt:

	Aegyptisches Natron	Armenisches Natron	Trona	Trona (n. Remy 1852)
Chlornatrium	38,64	51,49	2,69	8,16
Schwefels. Natron	18,35	16,05	7,65	2,15
Kohlens. „	22,44	22,91	65,75	18,43
2 CO^2 3 NaO				47,29
Unlösliches	6		1	4,11
Wasser	14	9,88	24	19,67*)
	99,43	100,33	101,03	100,3.

*) Noch kiesels. Natron 2,9, kohlens. Kalk 2, Spuren von Kali, Magn. u. Organischem.

Im ägyptischen Natron sind Sulfat u. Carbonat zusammengenommen fast gleichwerthig mit dem Chlornatrium (6,914 : 6,611 Aequiv.-Quot.), im armenischen verhalten sich jene zu diesem etwa wie 3 : 4 (6,58 : 8,809).

Natron-Seeen u. -Lagunen. In einigen Ländern (Ungarn, Tübet, China, Mongolei, Tartarei, Aegypten, Columbia etc.) finden sich auf weite Strecken ausgedehnte Ausblühungen von kohlens. Natron entweder als dünner Ueberzug oder als dickere Krusten, oder als See'n u. kleinere Ansammlungen von W., die kohlens. Natron enthalten. Die oberflächlichen Ablagerungen sind als die Reste der wässerigen Lösungen zu betrachten, die in der heissen Jahreszeit ausgetrocknet sind.

Die Natronsee'n u. Natronfelder Ungarns gleichen im Sommer oft Schwefelfeldern. Sie finden sich vorzüglich in der Gegend von Debreczin in den Ebenen der Theiss von Szathmar bis nach Backs u. Pesth hin, überhaupt in dem ganzen grossen Steppengebiet zwischen Theiss u. Donau, auch bei Stuhlweissenburg u. am Neusiedler-See. Alles flache Land die Theiss hinauf über Debreczin ist mit Laugensalz geschwängert. In der Debrecziner Heide sind 20—25 flache Natronsee'n. In Kleinkumanien sind zahlreiche Sodateiche, namentlich zu Felegyhaza; die Reihe derselben beginnt schon in Grosskumanien bei Fenyszaru.

Altstädter (Oesterr. Journ. f. pr. Med. 1859, No. 41) beschrieb die Natronsee'n der Gegend von Szegedin u. Debreczin.

„Von den 13,9 Qu.-Meilen, aus denen das Stadt-Gebiet Szegedins besteht, sind blos 1,5 Qu.-Meil. gute schwarze Ackererde, 12,4 Qu.-Meilen aber sind Sandboden; worunter 1,9 Qu.-Meilen gänzlich unfruchtbar.“

„Zu letzterem gehören auch jene ausgedehnten Niederungen, welche die natürliche Soda — hier Székső genannt, — in so ausgezeichneter Menge liefern u. deren vorzüglichster Bestandtheil das kohlensaure Natron bildet. — Diese Soda liefernden Niederungen, welche mit Ausnahme der Südost-Seite (Banater) der Stadt, nach allen Richtungen derselben zerstreuet vorkommen, sind es, wo insbesondere

zur Zeit des Spätherbstes, des eintretenden stärkeren Thau- u. Regenwetters, das W. sich ansammelt u. mit dem daselbst vorfindlichen Natron- u. Kochsalz sich schwängernd, die in der Regel nicht mehr als 4—5 Schuh tiefen, so genannten Natronsee'n bilden, welche, den ganzen Winter u. das Frühjahr hindurch bis zum Hochsommer hin, grosse Wassermassen darstellen."

„An der Nord- u. Nordost-Seite der Stadt, ½—1 ganze Stunde vom Innern derselben entfernt, findet man sechs:"

„Den Fehértó (weisser See) 1734, den Makra-széke 153, den Nagy ösze széke 108, den Kis ösze széke 90, den Szirtos széke 47, den Györi széke 81, zusammen: 2,165 Joch gross."

„An der Süd- u. Südwest-Seite, 1—1½ Stunden von der innern Stadt entfernt, sind deren fünf: Der Nagy szék sós (grosser Sodasee) 247, der Doma széke 192, der Madarasztó 139, der Saros szék 35, der Kisiván 26, zusammen: 641 Joch gross."

„Ausser diesen benannten Natronseeen, deren Flächenraum die Summe von 2,807⁴⁶/₁₂₀₀, u. vielen unbenannten, aber gemessenen Sodawässern, die ebenfalls bei 700 Joch, zusammen also 3,507 Joch betragen; gibt es wohl innerhalb u. ausserhalb der Stadt noch zahllose kleinere Sodawässer, wie dies auch nicht anders zu erwarten, wenn man bedenkt: dass, die 1,9 Qu.-Meilen schwarze Ackererde ausgenommen, die übrigens wohl auch nicht ganz von Sodabeimengung frei ist, auf den übrigen 12,9 Qu.-M., in grösserer oder geringerer Menge u. in grössern oder geringeren Ausdehnungen das sogenannte Széksó überall gefunden wird. — Es braucht eben eine solche Sodalage nur zugleich auch eine Niederung zu sein u. es wird bei anhaltend regnerischer Witterung alsobald ein kleiner Natronsee entstehen."

„Wenn man ferner bedenkt, dass in dem, wohl nicht zum Gebiete Szegedins gehörigen, aber doch blos ½ Stunde von der Stadt Szegedin entfernten, nach Nordwest gelegenen, kleinkumanischen Marktflecken Dorozsma u. in dieser Richtung bis nach dem 4 Stunden entfernten Orte Majsa, ebenfalls kleinere u. grössere Natronseeen sich vorfinden; so wie auch in der Richtung der Eisenbahn-Stationen Kistelek, Félegyháza bis nach Kecskemét hin, wo dieselben sich jedoch bereits allmälig verlieren: so kann füglich, den nur 4 Wege-Stunden von hier entfernten, zum Kurorte für Scrophulöse im Sommer bereits benützten, 9,533½ Joch grossen Palics *) hinzugerechnet: die Grösse der in u. um Szegedin befindlichen Natronseeen auf ungefähr 3 geogr. Qu.-Meilen angenommen werden."

„Wir haben es uns angelegen sein lassen, die grössern, in der Nähe Szegedins befindlichen Natronseeen aus eigener Anschauung kennen zu lernen; haben insbesondere das Wasser des oben erwähnten Nagy Széksós, des Ösze széke, Makra széke u. Madarasztó qualitativ analysirt, u. nach mehrfachen Proben folgende Resultate erhalten, die wir ihres gemeinschaftlichen Charakters halber unter Einem zusammenfassen:"

„Die Farbe des Wassers war bei Nagy széksós u. Makra weiss, mit einem kaum merklichen Stich ins Gelbe; Ösze széke gelblich, u. Madarasz schön weingelb; alle sind klar u. durchsichtig; Reaction bei allen 4 deutlich alkalisch, am stärksten jedoch bei Nagy széksós u. Ösze széke; ebenso der Geschmack aller laugenhaft, u. wiederum hervorstechender bei beiden Letzteren; sie brausen mit Säuren; durch Stehenlassen werden sie nicht trübe. Kalk, auf mehrfache Weise gesucht, fand sich in keinem; ebenso kein Kali; dagegen fand sich in allen 4 ganz deutlich die Anwesenheit von Schwefelsäure, Chlor, Natron u. Magnesia; auch hier wiederum liess die Reaction ganz deutlich den grössten Gehalt an den erwähnten Bestandtheilen im Nagy széksós u. nach diesem in Ösze széke erkennen. Kalkwasser gab bei Nagy széksós u. Ösze eine Trübung, die sich durch Hinzuthat von einer grösseren Menge desselben Wassers nicht wieder löste; freie Kohlensäure, Kieselsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Alumiumoxyd, Eisenoxydul u. Oxyd konnten nicht nachgewiesen werden. Organische Bestandtheile nachweisbar. —"

---

*) „Ueber die Grössenverhältnisse des Palieser-Sodasees ist uns aus dem bisher über denselben Mitgetheilten nur dessen Umfang pr. 3 Meilen bekannt."

„Um wenigstens einen, wenn auch nur approximativen, Anhaltspunkt zur Bestimmung des quantitativen Verhältnisses dieser Bestandtheile zu erhalten, wurden 16 Unzen von jedem der 4 genannten Wässer zur Trockne evaporirt, u. diese gaben bei Nagy széksós 1 Drachme, bei Ösze széke 2 Scrupel, Makra 1 Scrupel u. Madarász 12 Gran. Der Rückstand des Nagy széksós von einer dr. wurde geglüht, u. gab nach Verkohlung der organischen Bestandtheile, Verflüchtigung des etwaigen Krystallisationswassers etc. ein Gewicht von 36 gr., die dann im W. gelöst, filtrirt u. reagirt, sich mit Bestimmtheit als kohlens. Natron, Kochsalz, schwefels. Natron u. zweifach kohlensaure Magnesia ergaben. —“

„In den Monaten Juli, August, September u. zum Theil auch im October, wenn die Wässer der meisten der genannten Natronseen einerseits durch die grössere Wasserverdunstung in Folge der höheren Temperatur, andererseits durch das im Sommer hier gewöhnlich dürre, regenlose Wetter auszutrocknen anfangen, beginnt das für die hiesige Seifenindustrie einst so einflussreiche u. bedeutende, u. auch heute noch fortwährend geübte Sodakehren an den nun trockenen Ufern u. Oberflächen der genannten Seen in den frühen Morgenstunden, theils vor u. theils unmittelbar nach dem Sonnenaufgang, u. zwar in solcher Menge, dass täglich per Joch 40—50 Pressb. Metzen natürlicher Soda-Széksó gekehrt, u. eingesammelt wird. — Bevor die Fabrication der künstlichen Soda aus schwefelsaurem Natron u. indirecte aus Kochsalz die natürliche hier in so reichlicher Menge vorkommende, wenigstens ausserhalb Ungarn, verdrängte, wurden, abgesehen von dem bedeutenden Orts-Consumo, jährlich, nach verlässlichen Mittheilungen, bei 20,000 Ctr. hier fabricirter Seife exportirt, auch heute noch beträgt dieser Seife-Export ungefähr 6000 Ctr., u. wird dieselbe von hier nach allen Gegenden des ungarischen Handels, auch nach Debreczin, regelmässig verführt, indem nirgends in ganz Ungarn, das wohl an vielen u. verschiedenen Stellen der Theissebene Sodalager zeigt, dass Széksó in solcher Qualität u. in solcher Menge, als hier gefunden wird.“ —

Der Palicser See soll kohlens. Natron 123, kohlens. Magn. 26 Z.T. haben.

Der Neusiedler See, Peiso des Plinius, im Oedenburger Comitate, ist 4 Ml. lang, 1—1½ Ml. breit u. hat ein mild salziges, bei —6°2 gefrierendes W., dessen Mischung nach den Analysen von Sigmund u. Würtzler folgende ist.

Chlornatrium	1,763	1,934	2 Salzverbindungen fielen durch Umrechnung aus!
Schwefels. Natron	2,357	3,152	
Kohlens. „	4,884	4,416	
„ Magn.	2,61	1,978	
„ Kalk	,32	,491	
Thonerde	,156		
Kieselsäure	,025	,312	
Verlust	,293	,029	
Fester Gehalt	12,408	12,31.	

„Freies“ (?) Natron mit Koch- u. Glaubersalz blüht an den Salzpfützen am untern Dnepr aus.

Die Natronsee'n der lybischen Wüste, 6 an Zahl, liegen 7 Ml. von Cairo, in einem engen Thale. Einer derselben ist 4 Meilen lang. Die Mischung des W. ist verschieden; alle enthalten aber ausser kohlens. Natron auch salz- u. schwefelsaures. (*Gumprecht M.Qu. Afrikas.) Das W. des 4. ägyptischen See's ist blutroth gefärbt; der See steigt u. fällt nach der Jahreszeit u. lässt beim Austrockenen Salz zurück, dessen obere Schicht Kochsalz ist. (Brugsch.) Nach anderer Nachricht erreicht das im Winter durchschwitzende, violettrothe W. eine Höhe von 2 Metern. Der Boden ist 4′ hoch (im Sommer?) von Natron bedeckt. Zur Wiedererzeugung des weggenommenen Natrons wirft man Mist u. dgl. hinein. Man schreibt die Entstehung dieser Natronsee'n der Auslaugung von salzführendem Thon des alten Meerdiluviums unter Beihülfe

hoher Wärme u. vieler organischen Zersetzungsprodukte zu. Sollen nicht mikroskopische Organismen mitwirken? Woher die rothe Farbe?

Der Lonarsee in Ostindien enthält neben 290 Chlornatrium nur $^1/_{10}$ dieser Menge kohlens. Natron u. 10 Z.T. schwefelsaures. Vgl. S. 337.

Nach Abich liegen die Natronsee'n der Araxes-Ebene am Ende umfangreicher Laven u. können, glaub' ich, der Auslaugung von diesen zugeschrieben werden. Das W., welches in der heissen Jahreszeit Salzkrusten absetzt, die, einer Probe nach, halb aus Kochsalz, halb aus kohlens. u. schwefels. Natron bestehen, hat 665 festen Gehalt, wovon $^3/_4$ Kochsalz, 14,7 % kohlens. Natron waren. Ein anderer See mit 3100 f. G. setzt schwefelsaures Natron mit etwa $^1/_4$—$^1/_5$ kohlens. Natron am Boden u. an der Oberfläche ab. Sie enthalten kein Brom. Die Farbe ist die einer concentrirten Lösung von Mangansulfat. Quellen nähren diese See'n u. Pflanzen scheinen mitzuwirken bei der Umwandlung des Chlornatriums in kohlens. Natron. (Erdmann Journ. f. Chem. XXXVIII.)

Der Van-See oder Ardjisch-See in der asiatischen Türkei hat nach Abich 173 f. G. bei 1015,7—1019,4 spez. Gewicht. Das Salz (das ausgeschiedene vielleicht?) bestand in 100 Th. aus:

Chlornatrium	46,54
Schwefels. Kali	3,1
» Natron	14,84
Kohlens. »	31,2
Magnesia-Bicarbonat	2,33
Thon- u. Kieselerde	,44. *)

Bildung des kohlens. Natrons durch doppelte Zersetzung. Schon Berthollet meinte, die Bildung des natürlichen kohlens. Natrons aus der Zersetzung des Chlornatriums durch kohlens. Kalk erklären zu können u. Wackenroder glaubte, dass sich die ungarische Soda aus schwefels. Natron u. kohlens. Kalk bilde. *Henry machte folgenden Versuch um die Bildung von kohlens. Natron aus Chlornatrium zu erforschen. Er liess Chlornatrium mit fein gepulvertem Kalk unter kohlens. W. lange Zeit zusammen. Die Flüssigkeit reagirte dann sehr alkalisch auf Reagenspapier. Er mischte sie mit einem Ueberschuss von kaustischer Magnesia, um das noch gelöste Kalkcarbonat durch Filtration entfernen zu können. Die fast ganz abgedampfte Flüssigkeit gab an kochenden Alkohol eine nicht zweifelhafte Menge von Chlorcalcium neben Chlornatrium ab. Das vom Alkohol ungelöste Salz brauste stark mit Essigs. u. bildete essigs. Natron.

Ohne läugnen zu wollen, dass in der Auflösung beider Salze auch eine gewisse Bindung aller Bestandtheile untereinander stattfinde, glaube ich, dass diese Zersetzung des Chlorcalciums durch kohlens. Natron über die Bildung des in M.Wässern vorkommenden kohlens. Natrons keinen Aufschluss gibt. Es wird ja dabei auch Chlorcalcium gebildet, welches ebenso leicht, wie das kohlens. Natron vom W. aufgenommen würde. Wir hätten also im W. immerhin nur die Bestandtheile von Chlornatrium u. kohlens. Kalk, welchen man freilich theoretisch auch eine theilweise Bildung von Chlorcalcium u. kohlens. Natron zuerkennen könnte, ohne dass

---

*) Vielleicht noch schwefels. Magn. 1,5. Führt man die angegebenen Zahlan auf Aequivalentwerthe zurück, so erhält man:

Cl	7,96	NaO	15,94, das Doppelte von Cl.
SO^3	2,446	KO	,356
CO^2	6,615	MgO	,365.

doch damit nach der gewöhnlichen Aufstellung der Analyse diese Bildung von kohlens. Natron Ausdruck fände. Es handelt sich ja auch nicht darum, die Gegenwart der Theile von Chlornatrium u. kohlens. Kalk zu erklären, sondern darum, wie kohlens. Natron als solches Aufnahme findet.

Ich bin mehr geneigt, eine Erzeugung des kohlens. Natrons aus den Silicaten nach dem gewöhnlichen Vorgange der Verwitterung anzunehmen. In der ungarischen Soda ist ja auch etwas kiesels. Natron vorhanden. Zuweilen mögen Organismen die Umsetzung vermitteln. Oefters mag auch das Carbonat schon gebildet sein, wie in den Laven, an denen gewisse Natron-See'n liegen.

Diejenigen W., in denen schwefels. Eisen, Thonerde, Kalk oder Magn., oder die Chlorverbindungen dieser Erden sind, können nicht als W. mit Natroncarbonat angesehen werden, wenn auch der Chemiker solches angegeben hat, da diese Salze vom Natroncarbonat zersetzt werden. Wollte man beiderlei Salze, z. B. Chlorcalcium neben kohlens. Natron annehmen, so würde keine Combinationsregel mehr Stand halten.

Folgende Wässer halten an einfach kohlens. Natron (ohne Wassergehalt) nach Analysen neuern Datums in 10000: Kovasna in Siebenbürgen Pohalsar (Teich?) 72,424, Horgacz 26,65, Kostreinitz Ignatzbrunn 61 (in 69,6 f. G. nach Hruschauer 1847), Ober-Gabernik 53,73 (in 61,2 f. G. nach Gottlieb), Luhatschowitz 30—59, Ydes bei Vichy 50,13, Tarasp bis 37,1, Cusset 33,5—36,3, Vichy 34,5—36,5 (nach Bauer 38,5), St. Yorre 34,5, Abrest bei Vichy 34,4, Hautrive 33,1, (Qu. des Fellathals bis 32,5; Analyse alt), Bartfeld 10,7—31,7, Bilin 30,1, Schuls 29,5, Szczawnica 21—29,4, Gleichenberg bis 25,1, Vaisse 25, Rodna bis 24,4, (Fachingen 21,4, Bischof), St. Maurice in Frankreich 21,1, St. Nectaire 20,8, Birresborn 18,7—20,6, Präblau 20,1, Courpière 18,3, Beaulieu 18, Chateau-neuf 17,7, Martres de Veyre 17,6, (Heilbrunn zu Brohl 17,5), Boudes 17,3, Iwonicz bis 17, Ems bis 14,8, Tatzmannsdorf 13,4—14,7, St. Myon 14,7, Oberlahnstein ca. 14, Argentières 13,5, Marienbad 12,9, Arapatak 12,8, Apollinarisbrunn 12,6, Karlsbad 11,8, Rohitsch bis 11,2, Salzbrunn 10—11, Heppingen 10,6, Rabbi bis 10,4, Tönnistein 8,7—9,6, Roisdorf bis 9,5, (Buchsäuerling 9,2), Medague 9,1, Franzensbad bis 9, Kudowa 8,7, Vic sur Cère 8,6, (Landskron 8,1), Adelheidsqu. 8,1, Neuenahr bis 7,7, Andabre 7, (Fideris 7?), Sultzmatt 6,8, Sultzbach 6,5, Aachen 6,5, Elster 6,4, Selters 6,2. Bei den eingeklammerten fehlen neue Analysen.

Wenige dieser Wässer sind thermal.

Die meisten enthalten mehr oder weniger Chlornatrium u. schwefels. Natron, auch kohlens. Erden u. Eisen.

Bouquet rechnete aus, dass im Becken von Vichy durch eine grosse Anzahl von Quellen jährlich an 1122375 Kilogramm Natronbicarbonat aus der Erde ausgeworfen werde.

Das einmal als Carbonat gelöste Natron verschwindet nicht mehr aus der Lösung, wenn das W. nicht stark verdunstet; nur kann die CO^2 desselben bei Zersetzungen (mit Kalk- oder Magnesia-Salzen) unlösliche Verbindungen eingehen.

Ueber eine wohl durch Wirkung der Capillarität erzeugte Ausscheidung von kohlens. Natron berichtet Vogler (Schweiggers J. XXXVII): „An den rauhen Kalkwänden der Einfassung u. Ueberwölbung, welche also den Dämpfen der Emser Qu. zunächst ausgesetzt sind, von dem W.-Spiegel derselben an bis auf ungefähr 4 Schuh über demselben bildet sich hier u. dort ein Anflug des reinsten (?) kohlens.

Natrons; dasselbe findet sich in zarten Crystallen (geschobenen vierseitigen Säulen), zum Theil verwittert vor. 100 gr. des crystallisirten verminderten sich beim Glühen auf 28, des verwitterten auf 41. Im verwitterten ist eine Spur Chlor."

Geschichtliches. Die Alten nannten das kohlens. Natron Nitrum. Sie kannten verschiedene Natronseeen u. Natronfelder (in Medien, Thracien, Macedonien) u. Sodafabriken (nitrariae). Plin. 30, 10 erwähnte z. B. einen Natronsee, in dem eine süsse Qu. entsprang. Man verwechselte das kohlens. Natron aber mit dem Salpeter u. dem kohlens. Kali. Die deutliche Erkennung des kohlens. Natrons als Bestandtheil der W. schreibt sich vom Ende des 17. Jahrhunderts her. »Cum in Carolinis in Bohemia thermis anno 1682 aquam recenter e fonte communi Prudel vocato sive prima scaturigine haustam, evaporari jussissem et omnibus postea reagentibus examinarem, deprehendi ex omnibus signis salem plane alkalinum. Cum enim in ista aqua acor mitis simulque et volatilis haereat exhalendo is perit, resistente alkalino sale calido. Similis alkalinus sal reperitur in fontibus Vichy in Gallia, sed et reperitur in thermis aliis, aquae acore per lenem evaporationem dissipato, quousque nonnisi dimidia restet pars liquoris.« Urb. Hierne in Acta chem. Holm. 1753, II. —

§. 182. Schwefelsaures Natron, NaO, SO^3.

Das neutrale schwefels. Natron, Natronsulfat, ist eine Verbindung von NaO 31 u. SO^3 40. Mit 10 Aequ. HO verbunden heisst es Glaubersalz, wovon bei 0° 1200, bei 18° 4800, bei 33° 3220 Z.T. sich in 10000 Th. W. lösen; also würde in einer gesättigten Lösung entsprechend weniger Glaubersalz gelöst sein. Eine gesättigte Lösung von schwefels. Natron setzt demnach beim Erwärmen von 18—33° Glaubersalz ab; über 40° erhitzt setzt sie wasserfreies Natronsulfat pulverförmig ab, während bei der Verdunstung bei 30—40° noch Glaubersalzkrystalle abscheiden. Es gibt auch eine Verbindung $NaO, SO^3, 7\,HO$.

Vorkommen u. Bildung. Das Natronsulfat kommt in der Natur häufig isolirt oder doch in Salzmischungen vor, in denen es das Uebergewicht über die andern Bestandtheile hat. Sehr oft zieht das W., wenn es durch CO^2 in seiner zersetzenden Kraft unterstützt wird, aus Gesteinen schwefels. Natron aus. (Cf. S. 146—149.) Wenn freie Schwefels. auf Gesteine einwirkt, kann sich auch Natronsulfat bilden (S. 276).

Häufig mag das Natronsulfat durch Wechselzersetzung von kohlens. oder kiesels. Natron mit schwefels. Kalk oder Magnesia entstanden sein, wobei gleichzeitig kohlens. Kalk oder Magn. oder kiesels. Kalk u. Magn. gebildet wurden, die aber als unlösliche Salze wenig oder gar nicht in Lösung kamen. In ähnlicher Weise kann aus Eisensulfat Natronsulfat gebildet werden. Eine solche Zersetzung findet Statt, wenn man geschlemmten (also des grössten Theiles der löslichen Salze beraubten) Klingstein mit W. u. Gyps versetzt u. ihn in der Wärme stehen lässt. In einem derartigen Versuche erhielt Struve 2 Loth wasserfreien Glaubersalzes. Vgl. S. 138.

Durch ähnliche Wechselzersetzungen bilden sich am Kaukasus die Ausblühungen von Glaubersalz (u. Bittersalz) auf Mergeln, die Gyps u. kiesels. Natron (Magnesia) enthalten. In den kirgisischen Steppen ist der Boden

oft weithin mit ausgewitterten Salzmassen bedeckt, welche stets wesentlich aus schwefels. Natron mit grössern oder kleinern Mengen von Chlornatrium u. Bittersalz bestehen (Göbel). Ueberhaupt ist Glaubersalz-Ausblühung häufig in den Steppen von Ungarn, Astrakan, Aegypten, Brasilien etc.. Quadratmeilen Landes trifft man in Südamerika damit überzogen. Bei Bahia Blanka in Südamerika erscheint es als starke Rinde. In Spanien findet sich Glaubersalz, wahre Gebirgsmassen bildend, in ganz beträchtlichen Mengen mit Bittersalz, Gyps u. Kochsalz zusammen, so im Ebrothale bei Logrono, ebenso bei Madrid an den Hügeln von Aranjuez, ferner bei Lodosa u. in den Gebirgen von San-Adrian u. Alcanedre. (De Lajonkaire in Compt. rend. XLV, 17—19.)

In Gyps trifft man Glaubersalz öfters. Suckow betrachtet das mit Kochsalz u. Gyps zusammenvorkommende Glaubersalz u. den in ähnlicher Lagerung vorkommenden Glauberit (Glaubersalz mit Gyps) als eine Wechselzersetzung jener beiden Salze. *)

Nicht blos schwefels. Kalk wirkt zersetzend auf Silicate, sondern auch schwefels. Ammoniumoxyd. Letzteres Salz bildet z. B. in Berührung mit Basalt, indem sich Ammoniak u. Kiesels. abscheiden, Sulfate von Kalk, Magnesia, Kali u. Natron.

Vorkommen in den Wässern. Schwefels. Natron ist einer der häufigsten Bestandtheile gewisser Arten von Wässern, besonders der Sauerwässer mit kohlens. Natron. Vielleicht gibt es keine stärkeren Glaubersalz-Qu. als die von Paipa in Neu-Granada, Dep. Bajaca, eine Tagreise nordöstlich von Neu-Granada. Dort ist nach Boussingault (Ann. de Chem. Nov. 1830) eine Menge Thermen von 55—72°5, Säuerlinge u. Salzwässer mit enormer Masse Glaubersalz, welches bei der trockenen Jahreszeit auskrystallisirt u. »um das Vieh fett zu machen« (als Viehsalz) gesammelt wird. Die wärmste Quelle enthielt in 10000:

Chlornatrium	88,53
Schwefels. Natron	253,7
Kohlens. »	3,8
» Kalk	,77
Festen Gehalt	346,8.

($NaCl$ verhält sich hier in chemischer Hinsicht zu $NaO\,SO^3$ wie 3 : 7.) Sonst sind manche durch Magnesia-Sulfat ausgezeichnete W. auch durch ihren hohen Gehalt von Natron-Sulfat merkwürdig, z. B. Alap mit 181 (weniger schwefels. Magn.), die Ofener Bitter-W. mit 24—166, Ivanda mit 125, Karlsthal mit 69 (schwefels. Magn. weniger), Birmensdorf mit 63, Oeynhauser Bitter-W. mit ca. 45, Mergentheim mit 29. Unter den folgenden sind meistens alkalische W.: Elster hat 6—63, Marienbad bis 47, Franzensbad bis 33, Karlsbad 23,7, Tarasp 21,5, Cheltenham bis 20,6, Rohitsch (Tempelbrunn) 20,2, St. Gervais bis 17,9, Schuls

*) Wenn schwefels. Kalk durch Chlornatrium löslicher wird, als es für sich ist, müsste man im W. die Bildung von schwefels. Natron annehmen, was nur deshalb Anstoss finden würde, weil dadurch die Durchführung der angenommenen Combinationsregel unmöglich würde.

15,6, Grosswardein 13,4, Uriage 10, Füred 8, Burtscheid 3 Z.T. schwefels. Natron. *) Viele Sauerwässer enthalten nur 1—5 Z.T., oder noch nicht 1 Z.T.. Auch wo das schwefels. Natron nicht in grosser Menge gelöst ist, kann es relativ ins Gewicht fallen; z. B. ist im Thermal-W. von Bertrich ein fester Gehalt von 17,6, worin 9,2 schwefels. Natron, in Warmbrunn ein f. G. von 5, worin 2,38 schwefels. Natron; in Gastein sind fast 2 schwefels. Natron unter 3,49 f. G.. **)

Das Natronsulfat ist in den vorhergenannten Wässern oft noch von Kalisulfat begleitet.

Ueber die Verhältnisse des Natron-Sulfats zum Magnesia-Sulfate s. S. 136, Anm..

Vairo führt einen Bach in Calabrien bei Sellia an, der unweit von Salzgruben entspringt u. durch Thonschiefer läuft, dessen W. schwefels. Natron enthält.

Selbst viele gemeine Brunnen-Wässer enthalten etwas schwefelsaures Natron.

Mit der Zeit scheinen gewisse Sool-W. im Gehalt an schwefels. Natron zu wechseln. Die Schönebecker Soole gab 1794 auf 20000 Last Salz 6000 Centner Glaubersalz, 1823 in demselben Verhältnisse 37—38 Centner. (Hermann.) Es scheinen hier aber mechanische Veränderungen der Qu. mit im Spiele zu sein. (*Schweigger's Journ. X, 1824, 464.)

Ueber die Verbindungen des Natrons mit Salpeters., Kiesels., Phosphors., Arsenigsäure u. Arsensäure ist in den vorhergehenden §§. das Nöthige zur Sprache gekommen.

§. 183. Kalium, *K*.

Aequivalente: Kalium 39, Kali, KO, 47, Chlorkalium, KCl, 74,46, schwefels. Kali $KO\,SO^3$, 87, kohlens. Kali, $KO\,CO^2$, 69, doppelt kohlens. Kali, $KO\,2CO^2$, 91, salpeters. Kali, $KO\,NO^5$ 101. Ueber kiesels. Kali s. Kieselsäure.

---

*) Es ist nicht ohne Interesse, die Zusammensetzung der Natronsalze der Sauerwässer von Marienbad (Kreuzbrunnen I, Ferdinandsbrunn IV) u. Franzensbad (Franzensbrunn II, Salzbrunn III) zu vergleichen. 100 Theile derselben bestehen nämlich aus:

	I	II	III	IV
Chlornatrium	20,67	20,69	23,59	24,17
Schwefels. Natron	65,94	66,3	64,19	63,13
Kohlens. „	13.38	13,	12,1	12,24.

**) Bei diesen quantitativen Angaben blieb solches schwefels. Natron ausser Rechnung, welches mit Chlor-Calcium, -Magnesium oder -Kalium sich würde umsetzen können. (Cf. §. 17.) Bei den Wässern (gewisse Salzsee'n, Meer, nicht alkalische Soolen), bei denen ein Ueberschuss von den letztgenannten Chlor-Verbindungen ist, kann also nicht von schwefels. Natron Rede sein, weil Sulfate von Kalk, Magnesia, Kali gebildet würden. Der Bildung von Natronsulfat steht also die Gegenwart von diesen häufig verbreiteten Salzen im Wege, woraus die relative Seltenheit des schwefels. Natrons sich erklärt.

Natronsulfat kann auch durch Umbildung in Schwefelnatrium zerstört werden.

Es kann sich dagegen aus der Umwandlung von Schwefelnatrium auch schwefligs. oder unterschwefligs. u. dann schwefels. Natron durch Luftzutritt bilden.

Löslichkeit. Die gewöhnlichen Kaliumsalze sind leicht löslich oder doch nicht schwerlöslich. Chlorkalium braucht nur das Dreifache an W. zur Lösung, schwefels. Kali bei 18° das Neunfache, Kalisalpeter bei 18° etwas mehr als das Dreifache, bei 0° das Dreizehnfache; Kalicarbonat ist zerfliesslich. Eine bei 10—11° gesättigte Lösung von Kalibicarbonat in W. gibt abgedampft u. erhitzt 1430 Z.T. einfach kohlens. Kali, so dass 1 Gewicht Kalibicarbonat 3,83 Gewicht W. zur Lösung erfordern. (Anthon.) Ueber Kali-Alaun s. §. Thonerde.

Das W. nimmt das Kalium entweder aus Gesteinen oder andern Bodenarten auf oder findet es in einer schon gebildeten frei liegenden Verbindung vor.

Viele Gesteine enthalten Kali in grösserer oder geringerer Menge.

Vgl. §. 92. Die Spektralanalyse zeigt, dass fast alle Silicate Kali enthalten. Die Efflorescenzen von Chlorkalium u. Kali-Alaun führen uns den Kali-Gehalt der betreffenden Gesteine nicht selten vor Augen. Schramm fand im Muschelkalke durchschnittlich 20 Z.T. kohlens. Kali u. 2,4 Chlorkalium, zuweilen aber nur Spuren von letzterem. Keuper, schwarzer, brauner, weisser Jura, Süsswasserkalk enthalten nach ihm ähnliche Mengen kohlensauren Kalis. Vogel fand Kali im Steinsalze von Hallein u. Berchtesgaden.

Viele W. sind noch nicht gehörig auf Kalium untersucht worden. Die ältern Analysen sind in Bezug auf Kalium sehr unzuverlässig.

In Flusswässern ist, wie aus den vorhandenen Analysen hervorzugehen scheint, oft mehr Kalium als Natrium gelöst. Cf. S. 124. Dass dieses aber im Allgemeinen nicht der Fall ist, geht wohl daraus hervor, dass im Meerwasser das Kalium bedeutend hinter dem Natrium zurücksteht. Es bleibt darin auch hinter Magnesium sehr zurück u. meistens auch wohl hinter Calcium, erreicht aber dennoch eine ziemliche Höhe. Nur ist auffallend, wie sehr die Analysen in Bezug auf das Kalium des Meerwassers von einander abweichen.

Dass Kalium das Natrium überwiegt, ist bei gemeinen Brunnen häufig, aber bei M.Wässern selten der Fall. Beispiele sind Hohenstein im Schönburgischen, wo auf 1 Th. Kali 0,62 Natron (also fast gleiche Aequivalentwerthe) kommen sollen, Saxon, ein sehr veränderliches Jodwasser, worin zuweilen mehr Kali als Natron ist, zuweilen aber das Verhältniss umgekehrt ist. Ein Brunnen zu Köln enthielt auf fast 3 Z.T. Natron fast 11 Z.T. Kali (Richter); ein Brunnen derselben Strasse auf 25,6 Natron 5,2 Kali; in beiden Fällen war viel Schwefels. vorhanden, u. war das W. kaum mehr den gemeinen Trinkwässern zuzuzählen.

Das Ueberwiegen der Kalium-Salze über die Natrium-Salze in den meisten M.W. ist ein noch nicht ganz aufgeklärter Punkt in der Theorie der Bildungsweise der M.W.. Man hat sich bisheran damit beholfen, dass man faktisch nachwies, dass verwittertes Gestein mehr Natron- als Kali-Verlust zeigte u. dass man den Natron-Feldspath für leichter zersetzbar als den Kali-Feldspath hielt (S. 153).

Auch M. J. Vogel hat die Frage zu beantworten gesucht, woher es komme, dass die Natronsalze in den M.W. überwiegend sind. Ich führe seine Worte an, die mir keine ganz klare Vorstellung seiner Ansicht verschafft haben. Wahrscheinlich setzt er eine grössere Vorliebe der Natronsalze

zum Austreten aus den Poren des Gesteines, also eine grössere Capillarität der Natronlösung voraus. Er sagt nämlich: »Weshalb Natronsalze in den Thermal- u. Sauerqu. vorherrschen, während die übrigen M.W. reicher an erdigen Salzen sind, darüber gibt die Metamorphosen-Lehre interessanten Aufschluss. Geologische Combinationen haben nämlich nachgewiesen, dass jüngere, somit in der Metamorphose minder vorgeschrittene Granite, Trachyte u. andere Feldspath-Gesteine weniger Kali als Natron enthalten. Im Fortgange der Metamorphose zieht sich letzteres aus den Gesteinen, setzt sich an der Oberfläche als Krystalle ab, oder scheidet sich Gang-förmig als Natron-Feldspath aus, während z. B. in den ältern Graniten bloss Kali-Feldspath, Kali-Glimmer u. Quarz zurückbleiben. Offenbar geschieht diese Umwandlung nicht durch einfache Auslaugung des Natrons; denn sonst könnte das ebenso lösliche u. doch in der Gestein-Mischung zurückgehaltene Kali manchen solchen Qu. nicht beinahe gänzlich fehlen. Vielmehr scheint das Natron auf ähnliche Weise, wie beim Krystallisations-Prozesse so mancher Stoff, aus den Gesteinen verdrängt, an deren Oberfläche in Spalten u. Gängen ausgeschlossen, u. zumal in anfänglich fein zertheiltem Zustande — nach dem chemischen Gesetze des status nascens — leichter von den vorbeistreichenden Wässern aufgenommen zu werden, als das im Innern der Gesteine enthaltene Kali.»

Das Verhältniss des Kaliums zum Natrium im Geiser-W. ist ein durchaus verschiedenes von dem, welches sich im Palagonit zeigt u. aus den Versuchen ergibt sich, dass das Natron aus diesem Gestein durch reines W. oder CO^2 in einem weit grösseren Verhältniss aufgelöst wird, als Kali, ja sogar mit der CO^2 in einem noch grösseren, als der Zusammensetzung des Geyser-W. entspricht. (Bunsen.)

In relativ grossen Mengen kommt Kali in den Salpeterquellen vor. Auch in einigen Bitterwässern kommt Kali in erheblichen Mengen vor, z. B. — auf schwefels. Kali berechnet — im Saidschützer W. nach Steinmann 29,9, im Püllnaer nach Ficinus 107,7, nach Struve freilich nur 6,2, in einem Bitterwasser von Ofen nach Molnar 1857 (um auch eine neuere Analyse anzuführen) 73,8 Z.T.. Die neuesten Analysen der Karlsbader Quellen von Ragsky 1862 zeigen (Sprudel) 1,636, (Schlossbrunn) 1,907, (Mühlbrunn) 2,236 Z.T. schwefels. Kali. Zuweilen überwiegt, abgesehen vom Chlornatrium u. kohlens. Natron, das Kali über das Natron, z. B. in den Qu. von Königswarth. Auch zu Vichy ist mehr schwefels. Kali als schwefels. Natron. In der Wiesenqu. zu Rodisfort reicht Kali nicht für die Schwefels. aus, so dass man auch Chlorkalium u. kohlens. Kali combinirt hat. In derartigen Combinationen ist viel Willkürliches. Die meisten Chemiker pflegen das Kali, insoweit es angeht, der Schwefels. zuzuertheilen; andere combiniren lieber Chlorkalium u. schwefels. Natron statt schwefels. Kali u. Chlornatrium. Vgl. §. 7.

Die quantitative Bestimmung des Kaliums, wie sie früher üblich war, führte leicht einen grossen Verlust mit sich. So kam es vielleicht, dass Berzelius, obwohl er aus seinen Untersuchungen gewisser Arten des Sprudelsteins auf zuweilen vorhandenes Kali schloss, dennoch im J. 1822 noch kein Kali antreffen konnte. Aber schon 1824 bestimmte er es quantitativ im Theresienbrunnen u. im Sprudel; noch mehr fand er 1825 in 3 Qu.; u. wieder grösser war die von Steinmann angegebene Zahl. Auch Struve fand nicht immer ebenviel Kali.

Ueber die Ausscheidung des gelösten Kaliums s. S. 177—179.

§. 184. Lithium, *Li*.

Aequivalente: Lithium, *Li*, 7, Lithion, *LiO*, 15, Chlorlithium 42,46, kohlens. Lithion 37, schwefels. Lithion 55.

Löslichkeitsverhältnisse. Chlorlithium ist leicht löslich, auch kohlens. Lithion, das sich schon in 149 Th. kalten W. löst. Fluorlithium ist etwas löslicher als das Carbonat. Phosphors. Lithion löst sich in 2539 Th. W., also etwa 4 Z.T..

Vorkommen im Mineralreiche. Am meisten verbreitet tritt Lithium noch im Glimmer zu 160—200—560 Z.T. auf. Im Basalte von Liebenstein bei Eger u. von Podhorn bei Marienbad erkannte Struve die Gegenwart kleiner Mengen. Delesse traf es neulich im Gesteine der Vogesen u. erklärte damit sein spurweises Vorkommen im W. von Plombières. Lefort schreibt dem Vogesen-Granite kiesels. Lithion zu.

Mit Hülfe der Spektralanalyse, welche dem Auge noch weniger als 9 Milliontel eines Milligramms kohlensauren Lithions mit der grössten Schärfe erkennbar macht, ist die unerwartete Thatsache ausser Zweifel gesetzt worden, dass das Lithium zu den am allgemeinsten in der Natur verbreiteten Stoffen gehört. Sämmtliche Orthoklase u. Quarze aus dem Granit des Odenwaldes, die von Kirchhoff u. Bunsen geprüft wurden, zeigten sich lithiumhaltig. Ebenso fand es sich in den Aschen von Hölzern, die auf Granitboden wuchsen, in den Aschen des Tabaks, der Weinblätter u. der Weinbeeren, in den Aschen der Feldfrüchte, die auf nicht granitischem Boden gewachsen waren u. in der Milch der mit diesen Feldfrüchten genährten Thiere, in der Asche des menschlichen Blutes u. Muskelfleisches.

Vorkommen in den Wässern. Kein M.W. enthält Lithium in der Menge, wie es der Löslichkeitsgrad seiner Verbindungen erlauben würde.

Die Entdeckung des erst seit 1817 bekannten Lithiums in den Wässern ist erst etwa 40 Jahre her. Berzelius fand es zuerst 1824 in böhmischen M.Wässern; Buchner bald darauf in einer Qu. zu Münchshofen, Wurzer ebenfalls zu Hofgeismar, Brandes zu Pyrmont, Monheim zu Aachen u. Burtscheid, Steinmann zu Bilin. Nichtdeutsche Chemiker vernachlässigten meistens die Aufsuchung desselben, wie sie überhaupt auf die kleinen Bestandtheile der W., wie Strontium, Baryum etc., bis zu den letzten Jahren nicht achteten.

Im Nachfolgenden gebe ich eine Aufstellung des Lithium-Gehaltes vieler W., wobei alle Combinationen auf Lithium-Metall berechnet wurden. Die Chemiker hatten es nämlich gewöhnlich mit CO^2 oder Chlor combinirt.

Als das stärkste bekannte Lithium-W. ist die Murqu. von Baden-Baden zu nennen, welche nach einer Notiz in der Balneol. Ztg. so viel Chlorlithium nach Bunsen enthalten soll, als 0,49 Lithium entsprechen würde. Die dortige Ungemachqu. ist mit 0,075, die Fettqu. mit 0,051, die Höllenqu. mit 0,021 Lithium versehen. *)

---

*) Eine frühere, schon von Bischof für unwahrscheinlich gehaltene Nachricht von einem hohen Lithium-Gehalte der Soole von Hall u. die Angabe desselben Chemikers, eine Qu. zu Klausen führe 1/6 ihres fixen Gehaltes kohlens. Lithion, wollen wir als nicht sicher übergehen. Auch die Angabe, Cenedella habe 1846 im W. von Rabbi 0,146 Lithium gefunden, erscheint zweifelhaft.

Sehr ausgezeichnet durch Lithium ist jedenfalls die Königsqu. von Elster mit 0,12 nach Flechsig. Ihr nahe steht eine Qu. zu Alap mit 0,082 nach Molnar (1853). Der Soolbrunnen von Dürckheim erreicht 0,065 nach Bunsen (1860). Der Soolsprudel zu Kissingen sollte nach Kastner 0,042 enthalten; der Rakoczi hat nach Bauer (1835) 0,041, nach Liebig 0,033; der Pandur nach Liebig 0,028. Szliacs hat nach Hauch 0,011—0,04, Bilin 0,037, der Hubertusbrunnen 0,024, Burtscheider Victoriaqu. 0,007 nach Hamberg, heisseste Qu. 0,018 nach Wildenstein, Kreuznach 0,013 u. 0,015 nach Liebig u. Bauer, eine Qu. von Homburg 0,011, Ottoqu. von Gieshübel nach Schneider 0,011, Franzensbader Neuqu. u. Wiesenqu. 0,01, Franzensqu. 0,0098 nach Berzelius, Marienbad, Ferdinandsbrunnen, worin Steinmann 1820 0,27 gefunden haben wollte, nach Kersten 0,017, der Kreuzbrunnen aber, worin Bauer 1842 gar kein Lithium traf, nach Kersten 0,012, nach Ragsky 0,0087, die Waldqu. nach Peters 0,0057, der Carolinenbrunnen nach Ragsky kaum 0,001, Asmannshausen 0,0089, Hubbad nach Bunsen 0,008, Niederbronn nach Kosman 0,007, Pyrmont 0,0013—0,0065 nach Wiggers, Teplitz nur 0,005 nach Ficinus. Die Emser Brunnen, worin Fresenius es nur quantitativ nachwies, enthalten nach Kastner u. Struve eine wägbare Menge, 0,0042. Luhatschowitz mit 0,004, Salzbrunn u. Mergentheim mit 0,003, Krynica mit 0,0023, Rodisfort mit 0,0017, Weilbach mit 0,001 (worin Will noch 0,0127 gefunden haben wollte), Aachen mit 0,0005 u. viele andere W., z. B. Evaux, Hohenstein, St. Honoré, Karlsbad *), Krankenheil, Lavey, Plombières, Unna, Vichy, haben kaum noch mit Sicherheit bestimmbare Mengen.

Es ist kein Zweifel, dass man noch in vielen M.W. Lithion auffinden wird, bei denen es bis jetzt noch nicht aufgefunden wurde. Es scheint nach obiger Aufzählung fast, als ob es mit Vorliebe in Kochsalzwässern aufträte; auch in der Unnaer Soole hat man Spuren davon gefunden. Aber in den Soolen von Halle, Schönebeck, Stassfurth, Artern, Kösen, Dürrenberg, Kötschau u. Teuditz konnte Heine ehemals kein Lithion finden. M.W., bei denen Lithium kaum noch in 1 Liter nach dem gewöhnlichen Verfahren nachgewiesen werden konnte, zeigen jedoch die Lithium-Linie des Spektrums oft, wenn man nur einen Tropfen davon an einem Platindraht in die Flamme bringt.

Es genügt schon von verschiedenen Soolmutterlaugen nur einen Tropfen in der Flamme zu verdampfen u. durch das Fernrohr dessen Spektrum zu beobachten, um sich sogleich zu überzeugen, dass in vielen dieser Salinenrückstände ein reiches, bisher übersehenes Lithionmaterial gegeben ist.

---

*) Lithion traf Berzelius u. bestimmte es im Karlsbader W. 1825 (0,737 Carbonat), vermisste es aber, wenn ich nicht irre, 1823. Auch Struve oder Bauer konnte es im J. 1835 ungeachtet aller Mühe nicht finden, obwohl Beide es zu anderer Zeit dargethan hatten; Göttl bestätigte das Dasein desselben im Sprudel, Wolf u. Zempsch in andern dortigen Thermen. Die neueste Analyse von Ragsky fand auch Spuren davon; in der concentrirten Mutterlauge des Sprudels war es leicht aufzufinden. Die Struve'schen Anstalten bereiten das künstliche W. mit 0,0049 Lithium. (Ganz falsch ist die Angabe des Dict. des Eaux, dass Karlsbad 1,5 kohlens. Lithion enthalte.)

Kirchhoff u. Bunsen erhielten aus etwa 4 Liter einer Soolmutterlauge eine halbe Unze kohlensaures Lithion. Eine grosse Zahl anderer Soolmutterlaugen zeigte einen ähnlichen Reichthum an Lithium. Dürckheimer Mutterlauge hatte 110,9 Z.T., Kissinger 128,5, Theodorshaller 145 Z.T. Chlorlithium.

*Simmler wies Lithium spektralanalytisch nach in den Sauer-W. von St. Moritz, Fideris, Tiefenkasten, u. im Stachelberger Schwefel-W.. Die Lithiumreaktion war im Tarasper Säuerling so stark, dass er das Vorhandensein nennenswerther Quantitäten annimmt. *Redtenbacher fand auf demselben Wege im W. von Gastein einen auffallend starken Gehalt an Lithium. (Arch. f. Balneol. I, 1862.)

Das Spektrum liess mit der grössten Leichtigkeit Lithium schon in 40 »Cubikmetern« (centimetern?) Meerwasser des atlantischen Organs nachweisen. Marchand hat bereits früher im W. des Ozeans etwas Lithium gefunden.

Selbst gemeine W. sind oft nicht frei von Lithium. Nach Marchands neuester Angabe enthalten es sogar im Allgemeinen alle W. der antidiluvianischen Schichten. Auch Deville soll es in vielen Trinkwässern, Dupré im Themsewasser nachgewiesen haben. Ein sehr reines Trinkwasser am granitischen Abhange des Neckarthales in Schlierbach bei Heidelberg, enthielt Lithion, während die im bunten Sandstein entspringende Qu. des Heidelberger Laboratoriums frei davon war.

§. 185. Rubidium und Cäsium, *Rb* u. *Cs*.

Erst vor kurzer Zeit wurden diese beiden Alkali-Metalle durch die Spektralanalyse entdeckt; sie scheinen aber allgemein verbreitet zu sein.

Rubidium, dessen Atomgewicht 85,4 ist, bildet ein an der Luft zerfliessliches Oxydhydrat, ein wasserfreies Sulfat u. Nitrat. Auch Chlorrubidium ist wasserfrei. Das stark alkalisch reagirende kohlens. Salz ist zerfliesslich u. verliert in der Glühhitze seine CO^2 nicht; es kann noch ein Atom CO^2 aufnehmen u. ein fast neutral reagirendes zweifach kohlens. Salz bilden. Das Rubidium findet sich im Lepidolith, welcher aber nur einige Tausendstel davon enthält. Seine allgemeine Verbreitung, wenn auch in kleinen Mengen, zeigt das Vorkommen desselben in Pottasche, Asche von Runkelrüben, Tabak, Kaffee, Thee etc.. In den M.W., worin Cäsium ist, hat sich auch gewöhnlich Rubidium nachweisen lassen, z. B. in den Thermal-W. von Burtscheid, Karlsbad u. Bourbonne. Spurweise wurde es in den Mutterlaugen von Kreuznach u. Kissingen, in der Salzsoole von Ebensee u. in der von Aussee, auch in der von Hall in Oberösterreich entdeckt. Die Ungemachqu. von Baden-Baden enthält nach Bunsen 0,013 Chlorrubidium neben Spuren von Cäsium, die Höllenqu. 0,0143 Chlorrubidium, die Soolqu. von Dürckheim 0,0021 Chlorrubidium (in der Mutterlauge 0,4 Z.T.). Homburger Wässer enthalten geringe Spuren davon.

Cäsium, dessen hohes Atomgewicht, 123,4 (133 n. Johnson), merkwürdig ist u. das im Lithionglimmer vorkömmt, bildet ein Oxydhydrat, ein Carbonat, das sich dem Rubidium-Carbonate ähnlich verhält (nur dass letzteres in Alkohol löslich ist), ein wasserfreies Nitrat, ein luftbeständiges Sulfat, das ungemein leicht in W. löslich ist, u. das an der Luft zerfliessliche Chlorcäsium.

Das Cäsium wurde in vielen Soolwässern nachgewiesen, aber immer in sehr zurücktretenden Mengen, z. B. in Kreuznach, Kissingen, Ebensee, Aussee, Homburg, im Sodener Sprudel, in den Kochsalzthermen von Wiesbaden, sowie in denen von Burtscheid (worin beide Alkali-Metalle in verhältnissmässig erheblicher u. wie es schien in gleicher Menge vorhanden u. die Spektren beider in ausgezeichneter Schönheit u. Vollständigkeit zu erkennen waren), Bourbonne, Karlsbad (schwache Spuren) u. in einigen der salzarmen Thermen von Baden-Baden. In der Höllenqu. von Baden waren 0,0005 Chlorcäsium. In der Soole von Dürckheim wurden 0,0017 Z.T. Chlorcäsium nachgewiesen (0,3 Z.T. in der Mutterlauge).

Im W. von Ems konnte Bunsen keine Spur Cäsium oder Rubidium wahrnehmen. Auch andere alkalische W. fand er frei davon. Das W. von Burtscheid, worin er selbst es nachwies, ist zwar auch alkalisch, jedoch vorzugsweise Kochsalz-haltig; Alkali enthält aber auch Karlsbad.

§. 186. Ammonium, H^4N.

Formeln u. Aequivalente. Ammoniak, H^3N, 17, Ammonium, H^4N, 18, Ammoniumoxyd, H^4NO, 26. Chlorammonium, H^4NCl (auch salzsaures Ammoniak, Salmiak genannt) 53,46, kohlens. Ammoniumoxyd, H^4NO, CO^2, 48, (Bicarbonat 70), schwefels. Ammoniumoxyd 66, salpeters. Ammoniumoxyd 80. Häufig werden in den Referaten Ammoniumoxyd-Salze Ammoniak-Salze genannt, was für die Berechnung der vorhandenen Menge Ammonium zu Irrthümern führen könnte, wenn der Chemiker dabei an Verbindungen von H^3N ohne HO gedacht haben sollte.

Vorkommen u. Bildung. Salpetersäure kann sich im Untergrunde des Bodens zu Ammoniak umwandeln. Eine ähnliche Umwandlung erfährt NO^5 durch schwefels. Eisenoxydul. Da wo Eisenoxyd zu Oxydul oder schwefels. Kalk zu Schwefelcalcium reducirt wird, ist auch NO^5 der Umwandlung in Ammoniak ausgesetzt.

Ammoniak ist häufig oder immer in der Atmosphäre (S. 118, 121), nach Pierre etwa ½ Milliontel des Gewichtes der Luft; Nebel, Thau, Regen, Schnee nehmen es daraus auf.

Besonders reichlich scheint es zuweilen im Nebel vorzukommen, zu 0,03—0,09 Z.T. des verdichteten Wassers; ja stark riechende dicke Nebel, die auch mehr NO^5 hatten, enthielten 0,5—1,38 Z.T. davon. Thau enthielt durchschnittlich davon 0,01—0,06 Z.T. des daraus gewonnenen Wassers, Schnee 0,01 u. 0,018 (nach anderem Referate 0,007 als Mittel von 19 Beobachtungen). Vorzugsweise der erste Regen nimmt das Ammoniak an, Winterregen mehr als Sommerregen. Schon Brandes fand Ammoniak im Regen. *) Im Regen-W. scheint jedoch die Menge des Ammoniaks selten 0,1 Z.T. zu erreichen u. noch viel seltener 0,2 zu übersteigen.

Wegen der allgemeinen Verbreitung von Phosphors. u. Magnesia sollte man bei der fast völligen Unlöslichkeit der phosphors. Ammoniumoxyd-Magnesia in blossem W. erwarten, dass Ammoniumoxyd sehr selten aufgelöst

*) Valentin fand, dass eine Chlorzinklösung vom herabfallenden Regen flockig getrübt wurde (*Physiol. I, 560). Unerklärlich ist die, mir nur nach einer kurzen Mittheilung bekannte Angabe von Wurtz, dass Cupramin (H^2NCu) im Regen vorkomme (Annal. de Chim. Déc. 1850).

würde. Es ist dies aber dennoch häufig der Fall, weil CO^2, Salmiak etc. jene Verbindung löslich machen (S. 295). Die meisten übrigen Ammonium-Salze sind schon für sich leicht löslich.

Die geringe Menge Ammoniak, die der Regen mitbringt, geht fürs Quell-W. aber theilweise wieder verloren, da die Ackererde u. gewiss auch andere Bodenarten eine Anziehungskraft für Ammoniak haben (S. 175, 181).

Es ist deshalb erklärlich, wenn Quell-W. durchschnittlich nur 0,0009 Ammoniak enthielt, während Regen-W. fast 9mal so viel hatte. Auch im Fluss-W. war nur 0,0012—0,0049 Ammoniak. (Boussingault.) Das W. des See's von Enghien enthielt 0,0007. Der Gehalt der gemeinen W. an Ammoniak ist auch von Hünefeld, sowie von Viale u. Latini nachgewiesen worden. (Arch. d. Pharm. 76. Bd., 33, Journ. de Pharm. 1853.) Ein an thierischer Materie u. an Nitraten reicher Brunnen zu Toulouse enthielt 0,24 kohlens. Ammoniak (Ammoniumoxyd?), ein anderes dortiges Trink-W. sogar 4 Z.T. davon. Boussingault fand in einer Qu. von Andilly 0,0003, in Brunnen des Conservatoriums 0,0003—0,0073, in einer Qu. von Guermontes gar kein Ammoniak. Pariser Brunnen hatten 0,0026—0,0132, andere 0,303—0,343 Ammoniak; diese grosse Menge Ammoniak rührt nach ihm aus den Fäces u. überhaupt aus verfaulten thierischen Substanzen her, womit das Terrain reichlich erfüllt ist.

Barral fand im Drain-W. 0,15—0,45 Z.T. Ammoniak. Der Regen spült also zuweilen Ammoniak aus dem Boden aus. Diese Beobachtung darf man nicht auf alle Fälle ausdehnen, da, wie gesagt, häufig Stoffe im Boden sind, welche Ammoniak binden, namentlich Humussäure. Die humussauren einfachen Salze sind freilich löslich. »Die Ammoniakverbindungen dieser Säuren sind es, welche unter Andern in Holland in den Torfmoorgründen das W. so vielfach bräunlich färben u. dieselbe Farbe auch dem aus losem Sandboden fliessenden Brunnen-W. ertheilen.« (Mulder.) Die Humussäuren würden also kein Mittel sein, das Ammoniak dem Boden zu erhalten, wenn sie nicht polybasisch wären u. humuss. Ammoniumoxyd mit Kalk, Magnesia, Eisenoxyd u. Eisenoxydul unlösliche Doppelsalze bildete, wodurch dem Uebergange des Ammoniaks in das W. eine Schranke gestellt ist.

Mineralwässer besitzen nicht selten einen kleinen Antheil Ammonium. Schon vor langer Zeit hat man solches in den Halle'schen Soolen, so wie im Kochsalze von Friedrichshall, Rosenheim, Kissingen, Orb u. Dürckheim nachgewiesen. Die Traunsteiner Soole enthielt 0,2 Ammonium. Szalatnya ist mit 0,65 kohlens. Ammon (wohl 0,24 Ammonium) aufgeführt. Von 12 gut untersuchten M.Qu. fand Struve 8 ammoniumhaltig, darunter Adelheidsqu., Eger, Ems, Hubertusbrunn, Salzbrunn, Wildegg. Wiesbadener Thermen enthalten 0,044—0,056 Ammonium nach Fresenius, Burtscheider Thermen 0,023 u. 0,027 nach Hamberg u. Wildenstein, die Badener Ungemachqu. 0,0085 nach Bunsen. Ein Moskauisches M.W. soll nach Hermann 4,5 kohlens. Ammon (wohl 1,68 Ammonium) unter 35 f. G. enthalten.

In Frankreich ist man sehr spät auf den Ammon-Gehalt der M.W. aufmerksam geworden. Im W. von Enghien fand Boussingault 0,0506 Ammoniak = 0,181 Bicarbonat, also 0,048 Ammonium. Nicht die geringste

Spur davon konnte Bouis in den Thermen von Amélie, Barèges, Cauterets, Olette, la Preste u. Vernet finden; in Eaux Bonnes traf er 0,0053, in Labassère 0,0058, in Challes 0,0425, in Enghien 0,0506 *) (dem Texte nach 0,06—0,12) Ammoniak. Auch im W. von Belleville u. Thernes traf er bedeutendere Mengen. *Compt. rend. de l'Acad. 1856, XLII, 1269.

Selten ist in den bekannten M.W. ein Ammoniaksalz der vorherrschende Bestandtheil, wie es bei einem W. zu Bonnington bei Leith mit 10,7 Salmiak = 3,57 Ammonium sein soll.

Im W. von Ronneby fand Berzelius ehemals 0,151 Ammoniak, den er zu 2,126 Ammoniak-Alaun combinirte. In der dortigen Eckholtzqu. bestimmte Hamberg das Ammonium zu 0,3. Im W. eines kochenden Schlammkessels bei Reykjahlid fand Bunsen 0,733 schwefels. Ammon (Oxyd wohl). Alle Kochquellen Islands haben einen geringen Ammonium-Gehalt, der Geiser 0,047 Z.T.. Cf. S. 323.

Im Meerwasser sind nach Boussingault 0,002 Z.T. Ammoniak; Marchand fand bei Fécamp 0,0057. Nach Gunning betrug es 13 Z.T. des Meersalzes, also bedeutend mehr. Forchhammer fand nur Spuren davon.

Die gelösten Ammonium-Salze bleiben nicht immer in Lösung; öfters wird das Ammoniak von der Ackererde (S. 176) oder von Thonerde u. Silicaten (S. 178 u. 181) aus dem W. aufgenommen.

Ammoniak ist als Bestandtheil aller eisenhaltigen Mineralien bekannt, die es dem W. verdanken. Bouis entdeckte, dass der Geruch, den man beim Befeuchten aller thonreichen Mineralien bemerkt, zum Theil von Ammoniak herrührt. Eine Menge Gyps- u. Thonarten hauchen mit kaustischem Kali befeuchtet selbst zwei Tage lang, Ammoniak aus, welches das Lakmuspapier bläut.

Es ist aber auch bekannt, dass, wenn Humussäure mit Salpeters. in Berührung kommt, aprocensaures Ammoniumoxyd entsteht. **)

Ammoniakalische Dämpfe treten wohl in einigen vulkanischen Gegenden aus der Erde hervor u. können sich also auch dem W. mittheilen. In der Nähe der Hundsgrotte u. der Solfatara dicht bei den mit Ammoniak-Efflorescenzen inkrustirten Stufen von S. Germano ist eine Grube, aus welcher trockenes Ammoniak-Gas ausdünstet. Reagenspapier u. Salzsäuredampf, sowie der kaustische Geruch u. Geschmack beweisen, dass das austretende Gas wirklich Ammoniak ist. Mit der menschlichen Haut in Berührung bewirkt es Jucken, Hitze u. Röthe. (Vgl. jedoch S. 70 Anm. .) Vom Ammonium-Gehalte der Borsäure-Exhalationen war oben Rede.

Chlorammonium kommt bekanntlich als vulkanische Bildung vor (S. 166), weshalb man häufiger, als es der Fall ist, diese Verbindung in Thermalwässern erwarten sollte. In Ebn Baithar's Grosser Zusammenstellung II, 1842, steht im Art. Nuschâdir: »Ebn Talamids: Der natürliche Salmiak quillt aus heissen Quellen der Berge von Chorasân hervor, die kochend hervorsprudeln sollen. Der beste Salmiak ist der natürliche von Chorasân, welcher eine durchsichtige krystallähnliche Farbe hat.«

---

*) Hier hat wohl eine Verwechslung mit dem Versuche von Boussingault stattgefunden.

**) Aus diesem Grunde hält Mulder es für selbstredend, dass im Ackerboden kein Ammoniak zu Salpeters. oxydirt werden kann, so lange noch organische Stoffe vorhanden sind, welche grosse Neigung besitzen, Sauerstoff aufzunehmen

Den Salmiak-Gehalt der gemeinen W. scheint man schon vor langer Zeit bemerkt zu haben. „Hic Bononiae, ubi degimus, plurima pars aquarum aliquid salis ammoniaci continet" bemerkt Poterius (De febr. II, c. 27; 1698).

Ueber schwefelsaures Ammoniumoxyd s. S. 310.

Ammoniumsalze wechseln häufig mit andern Salzen die Säure oder den die Säure vertretenden Bestandtheil aus. Erwärmt man z. B. Chlorammonium-Auflösung mit Kreide, so beobachtet man alsbald die Bildung von kohlens. Ammoniumoxyd. Digerirt man humussauren Kalk mit Chlorammonium, so findet eine theilweise Zersetzung statt, was man schon an der Bräunung der Flüssigkeit wahrnehmen kann, da reines W. durch humussauren Kalk in viel geringerer Menge gefärbt wird. Crensaure u. aprocrensaure Erden verhalten sich in ähnlicher Weise zum Salmiak.

»Von einem, man kann sagen, nie fehlenden Bestandtheile der Quellwässer, vom sauren kohlens. Kalke rührt es her, dass wir so selten Ammoniaksalze, namentlich schwefels. Ammoniak, in den Mineralquellen finden, weil bei den Processen der Analyse, beim Verdampfen des W., das vorhandene Ammoniaksalz durch den kohlens. Kalk eine Zerlegung erfährt, in deren Folge das Ammoniak verflüchtigt wird.« Liebig 1862. Das mit Salpetersäure verbundene Ammoniak der gemeinen Brunnen von Greifswald ging beim Destilliren als kohlens. Ammoniak fort (*Journ. f. prakt. Chem. VIII, 425).

Die gegenseitige Zersetzung, welche gewisse Ammonium-Salze mit andern schwerlöslichen Salzen eingehen, ist häufig Veranlassung zur Auflösung der Stoffe dieser schwerlöslichen Verbindungen u. zur Zersetzung der Gesteine. Cf. S. 158.

Marguerite beobachtete, dass kohlens. Baryt, kohlens. Strontian, kohlens. Kalk in Chlorammonium viel auflöslicher waren, als in W., u., dass hier 4 Salze zugleich gebildet wurden, bewies er dadurch, dass eines dieser Carbonate in Chlorammonium-Lösung alkalisch reagirte, zum Zeichen, dass kohlens. Ammoniak gebildet war. Wenn kohlens. Kalk in Chlorammonium aufgelöst wird, so bildet sich Chlorcalcium neben Chlorammonium. Compt. rend. 38. vol., 304. Cf. S. 139.

Aus Phosphorit zieht nach Dietrichs Versuchen kohlens. Ammoniumoxyd-Lösung mehr PO^5 aus als reines oder kohlens. W.; es wird dabei nämlich phosphors. Kalk mit kohlens. Ammoniumoxyd zu phosphors. Ammoniumoxyd u. kohlens. Kalk umgesetzt.

Die Versuche von Dietrich (J. f. prakt. Chem. Bd. 74) zeigen den grossen Einfluss, den Ammoniaksalze bei der Auflösung der Gesteine haben. Er behandelte 200 Gr. der grob gepulverten Substanz mit 150 Gr. destillirten Wassers, dem 1 % kohlens. Ammoniumoxyd oder 2 % schwefels. Ammon. zugesetzt war. Für uns sind besonders die Resultate merkwürdig, die er mit Thonsteinporphyr u. Basalt erhielt. Von jenem hatte reines W. 20 Milligr., die Mischung von schwefels. Ammon. u. kohlens. W. aber 267 Milligr. aufgelöst. Vom Basalte hatten sich mit Ausnahme des reinen W. in den verschiedenen Flüssigkeiten grössere Mengen aufgelöst, in CO^2-W. 298 M., in W. u. kohlens. Ammon. 534 M., in CO^2-W. mit kohlens. Ammon. 667, in W. u.

(Chem. d. Ackerkr. I). Im Gegentheile wird in einem feuchten u. mit organischen Resten hinlänglich versehenen Boden Salpeter zu Ammoniak reducirt. Feuchtigkeit befördert also die Ammoniak-Bildung u. insofern möchte die S. 293 geäusserte Vermuthung über die Umwandlung des Ammoniaks in gestandenem W. noch zu bezweifeln sein.

schwefels. Ammon. 877, in CO^2-W. u. schwefels. Ammon. 1284 Milligr., wobei vorzugsweise Natron u. Kali ausgetreten waren u. Ammoniumoxyd zurückgehalten worden war.

Ammonium-Salze können aber auch die Auflösung der Kiesels., Phosphors., Humuss. vermindern.

Gelöstes Ammonium-Salz kann aus der Lösung ausscheiden, indem das Ammonium von den Boden-Bestandtheilen aufgenommen (S. 175, 181) oder zur Bildung von phosphors. Ammoniak-Magnesia oder von unlöslichen humussauren Doppelsalzen verwendet wird (S. 351). Gleichwohl hat man Ammoniak kaum je in den Quell-Absätzen gefunden, gewöhnlich aber auch wohl nicht gesucht. Ich weiss nur von einem Ocker einer Marienbader Qu., worin Spuren von Ammoniak entdeckt worden sind.

Eine ältere Nachricht spricht von einem Inkrustat eines Göttinger Mühlenwassers, welches verglasbare Substanz u. reines Urin-Alkali, nämlich Ammoniakspiritus ohne Empyreuma bei der Analyse gegeben haben soll. (R. A. Vogel, 1756.) Vielleicht waren Kieselinfusorien zugegen.

Ueber borsaures Ammoniumoxyd s. S. 309.

§. 187. Barynm, *Ba*.

Aequivalent des Baryums 68,59, des Baryts, *BaO*, 76,59. Es sind also Baryt je 76,59 in 98,59 kohlens. Baryt oder in 116,59 schwefels. Baryt. Kohlens. Baryt enthält 69,6 % Baryum, Chlorbaryum 65,9 %. Chlorbaryum krystallisirt mit 4 Aequiv. W. (Filhol).

Vorkommen: G. Bischof wies im Granite von Schriesheim kleine Mengen Baryt nach; Al. Mitscherlich fand in Feldspathen 0,79—2,33 Procent u. im Adular von St. Gotthardt 0,45 Procent Baryterde. Lutterkorth fand Baryt im Sandsteine. Die barythaltigen Fossilien finden sich aber vorzugsweise in Gängen u. Drusenräumen von Mandelsteinen, von rothem u. schwarzem Porphyr, seltner in Gängen von Granit, Gneiss, Glimmerschiefer u. Feldspathporphyr, in Drusenräumen, Gängen u. Klüften der verschiedensten krystallinischen u. sedimentären Gebirgsarten. Barytspath begleitet häufig solche Fossilien, wie Brauneisenstein, Eisenocker, Kalkspath, die sich nur auf nassem Wege gebildet haben können. Daraus ergibt sich, dass Baryt zu den sehr verbreiteten Erden gehört, wenn sie auch immer nur in geringen Mengen vorkommt. Der Pisomelan enthält 16 % Baryt.

Löslichkeitsverhältnisse. Baryum u. Chlorbaryum sind leicht löslich. Kieselfluorbaryum fordert 3400—3800 Th. W.. — Schwefels. Baryt ist eines der unlöslichsten Salze, er fordert 43000 Th. W. von gewöhnlicher Temperatur (Klaproth) oder noch mehr (*Bischof), oder 50000 Th. (nach Calvert), oder gar über 141000 Th. (nach *Fresenius) zur Lösung u. wird als fast ganz unlöslich in heissem oder kaltem W. angesehen. Kalte verdünnte Säuren lösen schon merkliche Mengen; selbst verdünnte Essigsäure thut dies, also auch wohl Kohlensäure. Auch verschiedene Salze erhöhen die Löslichkeit, namentlich hat *Fresenius dies bei Chlormagnesium erfahren. Salmiak u. salpeters. Ammon sollen seine Löslichkeit nicht erhöhen. — Kohlensaurer Baryt soll sich gar nicht in einer stark salzhaltigen Flüssigkeit lösen, nach Döbereiner aber

schon in 2300 Th. kochenden oder 4300 Th. kalten einfachen Wassers; aber nach*Fresenius fordert 1 Th. davon 14137 Th. kochenden oder 15421 kalten W., nach Bineau 25000 Th. W.. Diese Lösung reagirt schwach alkalisch u. wird mit Schwefels. stark getrübt. Seine Löslichkeit wird, wie die des phosphors. Baryts, durch Salmiak u. salpeters. Ammon bedeutend erhöht, wobei aber der kohlens. Baryt zersetzt u. Chlorbaryum etc. gebildet wird. Im W. mit kohlens. Ammon ist er fast absolut unlöslich (1 : 141000). Bei Gegenwart von Kohlens. löst er sich besser u. zwar nach Lassaigne (bei 10^0 u. 755 Mill. Bar.) in 588, nach Döbereiner in 850, nach einem noch ältern Versuche von *Bergmann in 1550 Th. kohlens. Wassers.

Phosphors. Baryt ist in W., welches Chlorüre enthält, in etwa löslich.

Wasserhaltiger kiesels. Baryt fordert 20000—27590 Th. kalten, aber nur 1000 Th. siedenden Wassers. Der Baryt des Carbonates soll bei Gegenwart von Alkali-Silicat noch unlöslicher werden, der des Sulfates durch kiesels. Strontian aber an Löslichkeit gewinnen.

Kiesels. Baryt wird aber doch von Sulfaten u. von kohlens. Natron zersetzt, wobei sich schwefels. u. kohlens. Baryt bilden; vielleicht nicht in jeder Temperatur u. wohl nicht vollständig, da kiesels. Baryt in der Kälte unlöslicher ist, als die beiden andern Salze u. da sich gewöhnlich bei Zersetzungen das unlöslichste Salz bildet.

Der Versuch lehrt, dass schwefels. Baryt u. kohlens. Natron sich bei 30^0 gegenseitig zersetzen, weshalb man mit Recht im Emser Krähnchen neben schwefels. Alkali kohlens. Baryt anzunehmen glaubte. Beim Erkalten unter 20^0 bildet sich aber wieder schwefels. Baryt (Bischof). Auch ist nach Gossmann die Zersetzung des schwefels. Natrons u. des kohlens. Baryts in gewöhnlicher Wärme nicht vollständig. Ueber die Zersetzung des schwefels. Baryts durch kohlens. Alkalien s. Rose in Pharm. Centralblatt 1855.

Die grössten Feinde der Auflösung des Baryts sind also wohl die Schwefels. u. die Kiesels. der meisten W.; doch zeigt eben das gar nicht seltene Vorkommen des Baryts, dass er gar häufig vom W. unter gewissen Verhältnissen aufgelöst u. aus ihm wieder niedergeschlagen wird. Denn der schwefels. Baryt, in welcher Form diese Erde meistens in der Natur vorkommt, u. der natürliche kohlens. Baryt sind, ihren Lagerstätten nach zu urtheilen, unstreitig sekundäre Bildungen. »Die aus hundertfach über einander liegenden, ganz dünnen, oft nierenförmig gelegenen Lagen von Baryt bestehenden Gänge der Gegend von Freiburg erinnern so vollkommen an die Bildungen des Travertins u. Sprudelsteins, dass man bei ihrer Betrachtung unwillkürlich an Absätze aus dem W. erinnert wird.« (Naumann Geognosie.) In gewissen Gegenden sind Belemnite, Ammonite, Trilobite u. Holz durch Baryt petrifizirt. Göppert beschrieb den Abdruck eines Pinnszapfens in einer Barytniere von Kreuznach u. in derselben Tertiärformation bei Kreuznach tritt Baryt als Versteinerungsmaterial von Conchylien auf. Bei Nontron (Dep. der Dordogne) finden sich im Kalksteine u. Arkos der Liasformation verschiedene Conchylien in Baryt umgewandelt. Ebenso ist die Schale mancher Ammonite von Whitby (Yorkshire) u. die des Amm. costatus von Banz durch braunen Baryt petrificirt, was auch bei vielen Trilobiten der Bretagne vorkommt. Theilweise durch Baryt versteinertes Holz kennt man aus der Liasformation in Franken.

Bischof findet es wahrscheinlich, dass das Vorkommen des Baryums in M.Wässern viel häufiger ist, als man bisheran geglaubt hat. Man braucht nicht, wie ein französischer Chemiker vermuthet, anzunehmen, dass die Barytsalze mehr suspendirt als gelöst seien. Die Löslichkeitsverhältnisse, wie wir sie kennen, erklären hinlänglich die in den M.W. wirklich vorkommenden Quantitäten. Es können ja immerhin 0,04 Z.T. Baryum als Sulfat in einfachem W. gelöst sein, als Carbonat aber, ohne Hülfe von CO^2, schon 0,45 Baryum.

Auch die gemeinen W. müssen öfters Baryt enthalten, da nicht blos im Braunstein, sondern auch in der Asche von Bäumen u. Sträuchen schon Scheele (Opusc. chem. I, 258, 1788), in der Asche des Buchenholzes neulich Eckardt Barytspuren gefunden hat.

In 2 kalten M.Qu. von Varennes fand Hunt 0,083—0,16 Baryum.

Es ist ein Irrthum französischer Balneologen zu glauben, man habe zuerst im W. von Luxeuil Baryt gefunden, in dessen Absatz $^9/_{200}$ angetroffen wurden. Es ist schon lange her, dass Kastner in 2 Wiesbadener Qu. Spuren u. in 2 Emser Qu. deutliche Spuren von Baryt antraf u. ihn im Würkerbrunnen zu 0,00018 Z.T. Baryum bestimmte. Im Pyrmonter W. fand Brandes schon 1824 0,0008 Baryum, im Lamscheider W., das nur eine Kleinigkeit Sulfate enthält, fand Bischof 1827 eine Spur. Struve bestimmte es quantitativ schon 1824 in den Emser Thermen.

Die meisten M.W., worin es vorkommt, enthalten Chlornatrium in grössern Mengen u. haben zuweilen keine freie Kohlensäure. Flechsig fand bei fast allen Soolwässern, die frei von Sulfaten sind, Baryterde. Karsten traf es in einem Soolwasser des Zwickauer Steinkohlengewerks 1846 (Journ. f. prakt. Chem. XXXV, 257). Er bestimmte die Menge zu 0,206 Baryum, wie denn auch Flechsig später 0,21—0,28 Baryum fand. In der Kreuznacher Elisabethqu. hat Bauer 0,27, im Herbst 1838 0,244, Löwig 0,015 Baryum gefunden. In den Kreuznacher Quellen ist noch nicht so viel Carbonat, als sich in kaltem W. löst; SO^3 fehlt. In der auch ganz der Sulfate entbehrenden Grullqu. zu Recklinghausen, worin die Menge des Baryums vielleicht grösser als in einem andern deutschen W. ist — sie enthält 0,564 Baryum (kohlens. Baryt 0,763 entsprechend) — wird das Baryum wohl durch ein anderes Salz gelöst gehalten. Wenigstens hat die Grullqu. kaum etwas CO^2 zur Lösung von wenig kohlens. Kalk u. Eisen. Beim Hubertusbrunnen, wo freilich die Menge des Baryums nicht so gross ist — 0,023 nach Bauer 1836; Bley fand gar keinen — ist dasselbe Verhältniss möglich aber nicht gefordert. Vgl. S. 280. Bei den Homburger Qu. ist dies noch weniger nöthig, zumal da viel CO^2 vorhanden ist. Im Elisabethbrunnen traf Bauer 1837 nur 0,0047, Fresenius im Kaiserbrunnen 0,011, im Ludwigsbrunnen aber 0,016 Baryum. Die letztgenannten 4 W. sind reich an $MgCl$.

Unter den Soolen, die noch viel Baryum enthalten, sind die von Luhatschowitz, worin Ferstl 0,045—0,064 Baryum fand; frühere Angaben gingen höher.

Gabernegg hat nach Gottlieb 0,011 Baryum, Rohitsch ebenviel, Krynica 0,013.

Im Selters-W. traf Struve 0,0021 (Kastner u. Bischof kein) Baryum. Im Heilbrunn fand Bauer 0,0028 (Fresenius nur eine Spur).

In den Emser Qu. traf Fresenius 0,0007—0,0028 Baryum.*)

Glaubersalzwässer mit Spuren von Baryt sind Marienbad, Elster, Karlsbad. An der Qu. des Militärhospitals zu Karlsbad fand sich ein Barytspath-Absatz auf Hornstein in den schönsten Krystallen. Jahrb. d. geol. Reichs-Anst. V, 142.

Saidschütz soll nach Steinmann 0,7—0,86 Barymn (in 1 Pfunde? oder in wie viel?) W. enthalten. (?) Augsb. allgem. Zeit. 1833, 17. Mai, Beilage.

Schwefelquellen mit Baryum scheinen selten zu sein. Weilbach hat 0,007 Z.T. Baryum nach Fresenius.

Unter die gehaltlosen edlen Wässern mit Baryt gehört Wildbad mit einer unwägbaren Menge u. Luxeuil (s. oben).

Forchhammer fand im Meerwasser sehr kleine Mengen Baryt.

Alle obigen quantitativen Bestimmungen sind auf Baryum berechnet. Theilweise beruhen sie auf dem Verhältnisse, welches zwischen Kalk u. Baryt in den Sintern der genannten W. besteht, woraus auf dasselbe Verhältniss zwischen diesen Stoffen im W. geschlossen wird. Ein solcher Schluss hat aber viel Trügliches, da Kalk u. Baryt aus dem W. nicht in demselben Verhältnisse ausscheiden, in welchem sie in Lösung sind.

Wenn Debus Niederschläge von Baryt u. Kalk aus einer gemeinschaftlichen Auflösung durch CO^2 bildete, so repräsentirten diese den Baryt u. den Kalk in ganz andern Verhältnissen, als sie in Auflösung waren; der Kalk herrschte immer bedeutend vor, so ungünstig er auch in der Lösung gegen den Baryt gestellt war. (Annal. d. Chem. 85., 86., 87. Bd.)

§. 188. Strontium, *Sr*.

Aequivalente: Strontium 43,67, Strontian, *SrO*, 51,67, Chlorstrontium 79,13, einfach kohlensaurer Strontian 73,67, schwefels. Strontian 91,67. Chlorstrontium enthält 55,2 % *Sr*. Schwefels. Strontian hat 56,37 %, kohlens. Strontian 70,14 % Strontian, jener 47,64, dieser 59,28 % *Sr*. Chlorstrontium krystallisirt mit 12 Aequiv. W..

Löslichkeitsverhältnisse. Jod- u. Chlorstrontium sind ziemlich löslich. Als solche kann man sich aber die Strontianverbindungen in den M.W. selten oder nie denken, weil die Kohlens., Schwefels., Kiesels. viel unlöslichere Verbindungen damit eingehen. Kiesels. (wasserhaltiger) Strontian löst sich in 996—1262 Th. W., je nach der Temperatur desselben; kaltes W. löst also an 10 Z.T..

Schwefels. Strontian ist viel unlöslicher. Er fordert 6895 Th. kalten (14°) oder 9638 Th. warmen Wassers (*Fresenius) u., wenn Schwefels. darin ist, 11000—12000 Th.. Horsford hatte 15029 Th. W. zur Lösung nöthig. Salz- u. Salpeters. vermehren aber den Löslichkeitsgrad; Essigsäure wohl nicht. Lösungen von doppeltkohlensauren Alkalien zerlegen den schwefels. Strontian bei gewöhnlicher Temperatur, noch mehr bei Siedhitze. Wenn nach den Versuchen von Virck verschiedene Lösungen von Chlorverbindungen

*) Struve fand 1824 1 Gran kohlens. Baryt in 500 Pfund W. des Krähnchens, später in 160 Pfund, Bauer in 238 Pfund; wogegen im Kesselbrunnen Struve 1 Gran in 345 Pfund, Fresenius 1 Gran in 333 Pfund fand; das Pfund zu 7680 Gran genommen.

(Chlor-Natrium, -Kalium, -Magnesium, -Calcium) 16,5—25,1 Z.T. schwefels. Strontian lösen, so wird eine Zersetzung vor sich gehen u. eigentlich Chlorstrontium zur Lösung kommen.

Das Silicat von Strontian wird von schwefels. Natron oder Kali zersetzt. Auch wird seine Lösung von schwefels. Kalk getrübt, indem kiesels. Kalk niederfällt.

Kohlens. Strontian ist in der Kälte noch unlöslicher als das Sulfat. 1 Th. fordert nach *Fresenius 18045 Th. kalten W., nach Bineau sogar etwa 33333 Theile. Doch löst sich schon in 1536 Th. kochenden W. 1 Th. kohlens. Strontian. Salmiak, auch salpeters. Ammon, vermehrt die Löslichkeit. Vorzüglich thut dies aber die freie CO^2. Nach Lassaigne bedarf er bei 10⁰ nur 833 Th. kohlens. W. zur Lösung.

In M.W. könnte also mittels der freien CO^2 eine grosse Menge Strontian gelöst sein, falls nicht Sulfate vorhanden wären, die seine Löslichkeit bis auf etwa 0,66—1,85 Z.T. einschränken, wenn kein Kochsalz oder Salmiak vorhanden ist, die ihn wieder durch Zersetzung löslicher machen.

Vorkommen. Strontianerde findet sich im Mineralreiche, wie es scheint, stets nur in kleinen Quantitäten. Sie entgeht dem Chemiker leicht, wenn er nicht den erhaltenen Kalkniederschlag eigens darauf untersucht. Im Basalte kommt sie häufig in geringer Menge vor. Ihre Gegenwart in Blasenräumen des Mandelsteines u. des Basaltes gibt einen indirekten Beweis ab von ihrem Vorhandensein im umgebenden Gesteine. Schwefelsaure Strontianerde (Cölestin), kohlensaurer Strontian (Strontianit, fast nur Strontiancarbonat u. ein wenig Kalkcarbonat enthaltend), sind schon sekundäre Ablagerungen. Jene kommt in Drusenräumen von Mergel des Muschelkalkes u. des Lias, auf Adern im Kalk- u. Sandsteine, in Spalten von Feuersteinen der Kreide u. auf Erzgängen im Gneisse, im Glimmerschiefer u. Thonschiefer vor. In allen diesen Fundorten sind die Strontiansalze ohne Zweifel durch Gewässer abgesetzt worden. Pagenstecher fand im Gypse von Leissigen $^{36}/_{10000}$—$^{1}/_{278}$ schwefelsauren Strontian. In den gypshaltigen Schwefelqu. von Leissigen war er nahe zu in demselben Verhältnisse zu Gyps, wie in dem Gypslager, das wahrscheinlich das Magazin für diese Gypswässer bildet.

In sehr vielen neptunischen Kalksteinen verräth das Spektrum einen geringen Strontium-Gehalt.

Vorkommen in Mineralwässern. Die Angaben sind hier auf Strontium zurückgeführt. Relativ sehr reich u. beide fast eben reich an Strontium sind: der Kreuznacher Elisabethbrunnen, worin Bauer 0,528, Polstorf 0,529 *Sr* fand, u. der Hubertusbrunnen, worin Bauer (1836) 0,522 antraf. Kaum die Hälfte von diesem Werthe findet sich im Wildegger W., worin 0,235 *Sr* von Bauer gefunden wurde. Noch weniger hält das Homburger W.. Diese 4 Wässer, wie auch Kissingen, welches ebenfalls *Sr* enthält, sind Soolen mit Chlormagnesium. Das letzgenannte W. ist ein Sauer-W. mit nur 0,00018—0,00024 *Sr* nach Kastner, aber mit 0,057 *Sr* nach Bauer, eine Menge, welcher die von den Struve'schen Anstalten jetzt zugesetzte Menge des Sulfates, 0,102, nicht entspricht.

Im W. von Luhatschowitz, einem stark alkalischen Natronsäuerling ohne Sulfate, sind von Ferstl 0,06—0,093 Z.T. gefunden worden. Als

alkalische strontiumhaltige W. können noch angeführt werden: Heilbrunn (mit höchstens 0,04 nach Struve), Teplitz (mit höchstens 0,026 nach Wolf), Vichy (in den verschiedenen Quellen 0,018—0,03 nach Bouquet, 0,013 nach Struve), Obersalzbrunn (0,017 Struve), Bartfeld (bis 0,016 nach Hauer 1858), Selters (0,015 Struve), Ems (0,015 höchstens), Lubien (0,014 im J. 1829), Marienbad (0,011 höchstens, 0,0038 Struve), Weilbach (0,006 nach Fresenius; mehr nach Andern), Bilin (0,005), Eger (0,0024 höchstens, Struve), Wildungen (0,0016 Struve), Aachen (0,0016 nach Liebig, mehr nach ältern Versuchen).

*Bischof fand in etwa 15 Qu., meist aus der Umgebung des Laacher See's, dessen W. selbst ziemlich deutliche Spuren von Strontian enthielt, mehr oder weniger merkliche Andeutungen dieser Erde, ebenso in den M.Qu. zu Heppingen u. Birresborn. Alle diese Qu. sind aber alkalisch. Dasselbe gilt von Karlsbad, worin zuerst Strontian, u. zwar von Berzelius gefunden wurde, von Burtscheid, worin Monheim 1829 wägbare Mengen davon fand, von Cusset u. andern.

Jedoch erhebt sich der Strontiumgehalt der alkalischen W. nicht zu der Höhe, wie derjenige einiger Soolen u. mehrerer gypshaltigen Wässer. Von letztern nenne ich den neuen Brunnen von Dürckheim (mit 0,095), Weissenburg (0,058), Gurnigel (0,035—0,065), Lalliaz (0,056), 2 Qu. an der Lenk (0,016—0,046 nach Fellenberg), Krynica (0,0018), Lenk (0,022 nach Fellenberg 1843), Lavey (0,011 nach Baup), Leissigen, Pyrmont (0,009 n. Brandes, 0,011 oder 0,013 nach Struve), Sedlitz, Saidschütz (0,013 Struve).

Ein Tropfen der Dürckheimer oder Kreuznacher Mutterlauge genügt, um das Strontiumspektrum glänzend zu zeigen. Vgl. §. Mutterlaugen.

Aix in Savoyen, Bulgneville, Johannisbad (0,0032, Wolf 1838) sind ebenfalls strontiumhaltig.

Herapath fand in manchen Brunnenwässern von Bristol Strontian. (Erdmann's Journ. f. Chem. 1852.) Boutron u. Chalard fanden Strontian in mehreren kalkreichen süssen Wässern.

Die Qu. des Laacher See's entnehmen den Strontian wahrscheinlich den basaltischen Gesteinen, in welchen er vielleicht als kiesels. Salz enthalten ist u. von der Kohlens. in kohlensaures umgesetzt wurde. *Struve erhielt auch, als er Klingstein, Basalt oder Syenit mit stark kohlens. W. auszog, 0,007, 0,011, 0,033 Z.T. Strontium in Lösung.

Ausscheidung. In den Sintern findet sich sehr häufig auch Strontian, der durch Verlust von CO^2 unlöslich geworden sich mit dem Kalke abgesetzt hat. Die Kalkdepots der M.W. im Allier-Becken haben bei der sonstigen Aehnlichkeit mit dem Arragonit auch das mit ihm gemein, dass sie kohlens. Strontian enthalten (*Nivet Études etc., p. 112). In den Kesselsteinen der Seedampfschiffe lässt sich durchs Spektrum leicht Strontian nachweisen.

Der geologischen Ablagerungen von Strontian haben wir schon gedacht; es ist nur noch zuzufügen, dass Strontian-Lösungen auch organische Formen, in welche sie infiltriren, verhärten können. Cölestin findet sich als Versteinerungsmittel u. Ausfüllungsmasse von Ampullarien u. als Abgussmaterial verschiedener Fossilien.

§. 189. Calcium. *Ca.*

Aequivalent von Calcium, *Ca*, 20, von Calciumoxyd, *CaO*, 28.

Kalkgehalt überhaupt. Schon im Regen finden sich Spuren von Kalk (S. 121). Süsswasser-See'n sind oft sehr arm an Kalk; sie können unter 0,1 Z.T. bleiben (S. 128). Flusswässer haben öfters weniger als 0,5 Kalk (S. 124). Süsswasser-Thermen haben, die einen noch nicht 0,1 Kalk, die andern bis 1,3 Z.T. (S. 129). Es gibt kalkfreie W. (§. 14 u. S. 128); z. B. reagirt ein W. von Sittakund weder auf Chlor noch auf Kalk. Im Geyser-W. begünstigt die Abwesenheit von Kalk vielleicht das Gelöstbleiben der in grosser Menge vorhandenen Kieselsäure. In gemeinen Quell- u. Brunnen-Wässern besteht meistens der grösste Theil des festen Gehaltes aus einer oder mehreren Kalkverbindungen.

Was die sämmtlichen Gewässer des baierischen Waldes auszeichnet, ist ihre grosse Armuth an Kalk (cf. S. 121). Es lässt sich mit dieser die Beschaffenheit der Flora in Einklang bringen, wie Sendtner (Regensb. botan. Ztg. 1854) entwickelt hat. Der fast kalkfreie Rachelsee enthält keinen Fisch u. keine Muschel; mit Unrecht hat man ihm aber jedes lebende Wesen abgesprochen.

Die Perlmuschel (Unio margaritifera) ist unter allen deutschen Süsswassermuscheln ausgezeichnet durch die unverhältnissmässige Dicke ihrer Schalen. Man sollte wohl meinen, dass zu diesem Kalkreichthum der Aufenthalt in kalkreichen Gewässern behülflich sei. Dies ist aber keineswegs der Fall. Ihr Vorkommen beschränkt sich nur auf kalkarme Bäche. Folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über das Verhalten dieser Muschel zum Kalkgehalte der Wässer.

	$CaO\ CO_2$	Perlen
Münchener Quellwasser	1,48	keine
Isarwasser	1,29	„
Wolfach b. Ortenburg	,012	„
Rachelsee	,010	„
Regenfluss	,154	wenig
Ilz	,092	Perlen
Perlbach bei Ortenburg	,087	„ .

Es ist also diesen Thieren, denen ein gewisser Kalkgehalt des W. nothwendig ist, ein höherer wohl nicht zuträglich. (*Sendtner.)

Veränderlichkeit des Kalkgehaltes. Vielleicht ist die in den Wässern gelöste Menge Kalk mehr als irgend ein anderer Bestandtheil dem Wechsel unterworfen. Die Zahl des Kalkgehaltes sehr vieler Wässer wird fast von jedem neuen Analytiker anders angegeben, was theilweise daher kommen mag, dass die sich dem edlen W. mehr oder minder beimengenden gemeinen W. gewöhnlich kalkreich sind oder doch wenigstens im Kalk von jenem abweichen. Auffallend ist dies bei Thermen. Ficinus bemerkte aber schon, dass in Teplitz selbst im W. von demselben Tage das eine Mal fast fünfmal so viel Kalk als das andere Mal von ihm gefunden wurde. (Froriep's Notiz. 1824, VII, 210.)

Verbindungen. Calcium tritt in den Wässern in sehr verschiedenartigen Verbindungen auf. Man hat sich gewöhnt, weil beim Kochen oder beim Verluste von CO^2 gewöhnlich kohlens. Kalk ausfällt, so weit als möglich, sich den Kalk als mit CO^2 verbunden zu denken. (Cf. §. 7.) Es ist dies eine, wenn auch oft umgangene, doch beachtenswerthe Regel, die den Vortheil hat, dass der Kalkgehalt der verschiedenen M.W. leicht vergleichbar wird. Man weicht nur von dieser Combinations-Weise ab, um

andere schwerlösliche Kalkverbindungen (phosphors. Kalk, kiesels. Kalk) oder Carbonate (kohlens. Eisenoxydul) anfzustellen, noch häufiger aber, weil man einen Theil des Kalkes sich in anderer Verbindung denkt, u. weil ein Theil der CO^2, die noch mit jenem Theile Kalk verbunden sein könnte, in Verbindung mit Magnesia ausscheidet, u. man deshalb, freilich unnöthiger Weise, kohlens. Magnesia im W. gelöst annimmt. Etwas Aehnliches gilt von der Combination von Schwefelsäure u. Kalk, die auch nicht immer in der Menge vom Chemiker zusammengebracht werden, als, nach Verwendung der CO^2 zur Bildung von kohlens. Kalk, den Verhältnissen des überschüssigen Kalkes zur vorhandenen Schwefels. entspricht. Es ist also theilweise sehr willkürlich, mit welchen Stoffen man sich den Kalk vereinigt denken will — was man sich zu merken hat, wenn von der Menge schwefelsauren oder kohlensauren Kalkes, die in einem W. gelöst ist, die Rede ist.

Sehr leicht lösliche Verbindungen sind Chlorcalcium (§. 125) u. salpeters. Kalk (§. 170). Jenes ist namentlich in Soolwässern stark vertreten — den oben genannten füge ich noch das von Sierck hinzu — dieser ist wohl nicht selten in gemeinen Wässern anzunehmen. Als fast unlöslich ist arsenigsaurer Kalk anzunehmen; doch können wenigstens concentrirte Lösungen von salpeters. Ammoniak nach Wittstein zu seiner Auflösung beitragen. Phosphorsaurer Kalk ist für sich schwerlöslich; aber es gibt mehrere Lösungsmittel für denselben, die, wenn sie auch zersetzen mögen, doch bewirken, dass Phosphors. neben Kalk in Lösung bleibt. Kiesels. Kalk ist unter Umständen nicht so unlöslich, als man gewöhnlich annimmt, obwohl man in letzterer Zeit so vielfältig Kieselsilicat als ein dem W. widerstehendes Baumaterial anwendet. Wenn Thénard eine Lösung von viel (?) Chlorcalcium in viel W. mit neutralem kiesels. Kali versetzte, so erhielt er einen kieselsauren Kalk, von dem sich 6 Th. in 10000 Th. W. auflösten. Wird nach Bolley zu Kalkwasser oder zu einer verdünnten Auflösung eines Kalksalzes Wasserglaslösung zugesetzt, so entsteht ein Niederschlag, welcher wieder ganz verschwindet, wenn das Wasserglas in Ueberschuss zugesetzt wird; man erklärt dies durch die Bildung eines auflöslichen Doppelsalzes von Kalk.

Ueber schwefels. u. kohlens. Kalk handeln die nächsten §§.

Kaustischer Kalk ist als Bestandtheil von M.W. höchst selten (S. 168). Wir beschränken uns hier darauf, die Löslichkeit desselben mitzutheilen. In kaltem W. löst sich $^1/_{732}$—$^1/_{1311}$, in kochendem nur $^1/_{1550}$ (Wittstein).

§. 190. Schwefelsaurer Kalk, $CaO\ SO^3$.

Aequivalent 68. Der schwefels. Kalk besteht aus CaO 28, SO^3 40. Der mit 2 Aequiv. (20,9 %) W. verbundene schwefels. Kalk heisst Gyps, der wasserfreie $CaO\ SO^3$ wird Anhydrit genannt. Von jenem Krystall-W. verliert der natürliche Gyps bei der Siedhitze des W. die Hälfte, bei 131⁰ erst die andere Hälfte.

Geologisches Vorkommen. Der Gyps kommt nicht als ursprüngliche Bildung in krystallinischen Gesteinen vor, auch nicht in der ältesten sedimentären Formation der Grauwackengruppe u. namentlich dem Uebergangskalke,

dagegen ist er sehr verbreitet in der Gruppe des rothen Sandsteins bis zu allen jüngern Formationen hinauf. Auch findet er sich in Spalten eruptiver Gesteine (Porphyr, Basalt, Granit). Die Gypslager, welche sich ungemein häufig im tertiären Gebirge, in Kreide, Lias, Lettenkohle, Keuper, Muschelkalk, buntem Sandstein, Zechstein finden, sind aus W. abgesetzt.

Anhydrit findet sich selten im Urschiefergebirge u. dann in Begleitung von Erzgängen (Kobalt, Nickel, Kupfer, Silber), hauptsächlich aber da, wo Steinsalzlager vorkommen, theils für sich, theils mit Gyps, Kalkstein, Steinkalk, Mergel, Thon. Er wird an feuchter Luft zu Gyps. Dieser Uebergang zeigt sich z. B. im Canariathale in der Schweiz u. zu Bex. Den reinen Anhydrit findet man stets im Innern des Gebirges oder da, wo das Innere durch Einstürze entblösst wurde. Man hat im Anhydrit etwas Bitumen u. CO^2 gefunden u. hat dies als Beweis aufgeführt, dass er nicht mit Hülfe des Feuers entstanden sei. Gleichwohl kann sich beim Zusammenschmelzen von Chlorcalcium mit Sulfaten Anhydrit bilden.

Der Gyps lagert im Glimmer- u. Thonschiefer, in Steinkohlen-Formation, Zechstein, Trias-, Jura-, Kreide-, Braunkohlen- u. Steinsalzgebirge der Tertiärformation.

Der Gyps zeigt je nach den Verunreinigungen u. nach dem Gefüge viele Abarten. Oft trifft man den Gyps mit Schwefel verbunden an, sei es nun, dass beide aus *HS* hervorgegangen sind oder dass durch Reduktion der Schwefelsäure Schwefelcalcium u. daher *HS* u. Schwefel entstanden. Es zeigt sich auch ein Zusammenhang des Kohlenwasserstoffs mit dem Gyps. Solches Gas tritt aus den Klüften des Gypses bei Bex u. im Burgerwalde aus. Diese Ausströmungen sind oft, wie die der CO^2, von Gebirgsverrückungen bedingt, z. B. in der Gypskuppe bei Abu Geger. Der Gyps ist auch meistens bituminös u. zuweilen von Erdpech erfüllt, wie auch das Steinsalz fast immer von bituminösen Thonen begleitet ist. Steinsalz wird oft von Gyps umgeben. Cf. S. 190.

Bildung des Gypses. J. S. Hunt machte auf den Zusammenhang zwischen Gypsablagerungen u. den freie Schwefelsäure enthaltenden Qu. der Onondoga-Salzgruppe in Canada aufmerksam. Jene Ablagerungen, Hügel u. domförmige Massen von 100—400′ Durchmesser ruhen auf ungestörten Kalksteinschichten, während die obern Schichten aufgeworfen sind u. auf den Seiten der Gypshügel ruhen, zum Theil auch verschwunden sind. Seit der ersten Colonisation des Landes sind thatsächlich mehrere solcher Kegel entstanden u. haben die Fundamente von Häusern zerstört. Hunt leitet die Entstehung des Gypses von der Wirkung der Schwefels. auf den Kalkstein her. Doch ist keine Entwicklung von CO^2 wahrgenommen worden, sondern nur die von kleinen Mengen Kohlenwasserstoffs. (Liebig-Kopp's Jahresb. 1849 nach Americ. Journ. of sc., 2 s., VI, 176). Wir haben bereits die Bildung von schwefels. Kalk als Resultat der Oxydation der *HS*-haltigen Dämpfe u. deren Einwirkung auf Kalk-haltige Gesteine etc. kennen gelernt (§. 164, besonders S. 270). In grossartigem Maassstabe findet eine solche Bildung noch statt in den Solfataren von Krisuvik u. Reykjahlid bei der Umwandlung des Palagonittuffes zu Thon; der so gebildete Gyps bildet innerhalb des Thones theils isolirte, bis zollgrosse Krystalle, theils zusammenhängende Schichten u. stockförmige Einlagerungen, welche letztere ganz den Gypsen der Trias gleichen u. nicht selten in kleinen Felsen hervortreten. Bei der Betrachtung dieser Erscheinung bemerkt Bunsen, könne man kaum den Gedanken unterdrücken, dass ein Theil der mächtigen Gypsstöcke, welche so häufig die mergeligen Thonschichten der sekundären Formationen charakterisiren, u. bei denen die gänzliche Abwesenheit kalkiger Conchylien auf die

Einwirkung saurer Dämpfe hindeutet, einer ähnlichen chemischen Einwirkung ihre Entstehung verdanken möge. Hieran knüpfen sich ähnliche von der Insel Lipari bekannt gewordene Erscheinungen. Dieselben Dämpfe, welche bei den Bädern von S. Calogero u. an andern Orten die Lava u. den vulkanischen Tuff zersetzen, veranlassen auch eine von allen diesen Gegenden unzertrennliche u. recht ansehnliche Gypsbildung. Die ganze Tuffmasse wird von schneeweissen oder blassrothen, faserigen u. bis zollstarken Gypstrümmern durchzogen; auch finden sich Knollen von feinkörnigem schneeweissem Alabaster. Noch häufiger aber ist der Tuff in eine schmutzig ockergelbe Thonmasse verwandelt, welche von blättrigem Gypse strotzt, u. zugleich von Fasergyps durchtrümmert ist. „Wahrlich, man kann wohl kaum etwas Aehnlicheres mit den Vorkommnissen des Gypses in unseren Flötzgebirgen finden." Auch ist die Erscheinung keineswegs in kleinem Maassstabe ausgebildet; nein, fast auf eine Stunde Erstreckung u. in 200 Fuss Mächtigkeit gibt sie sich zu erkennen. Besonders interessant ist die steile obere Thalwand des Val di Muria, wo unter einer Lavabank, in ganz horizontaler u. ungestörter Lage, ein hundertfältiger Wechsel von zolldicken, feinerdigen, blassrothen Tuffschichten u. halb so dicken, feinkörnigen, weissen Gypslagen stattfindet, während noch ausserdem das Ganze von Fasergyps regellos durchtrümmert wird. „Es ist unmöglich, sagt Hoffmann, eine mit den Keupergypsen übereinstimmendere Erscheinung nachzuweisen." Am Hügel alle-Croci finden sich schalig abgesonderte Lavakugeln, in welchen die Lava Schale um Schale mit sehr dünnen weissen Gypskrusten abwechselt. Aehnliche Thatsachen kennt man von St. Helena u. von der Insel Milo. Auch sind Gypsbildungen in den Spalten vulkanischer Gesteine nicht selten. Aeltere pyrogene Gesteine haben öfters zu dergleichen Gypsbildungen Anlass gegeben. Nach Tournal kommen die Gypsablagerungen in der Gegend von Narbonne immer in der Nähe der dortigen Basalte vor, welche, so glaubt er, den Weg für Thermen öffneten, die viel Schwefels. enthalten u. den Kalkstein in Gyps umwandelten.

Nöggerath fand sogar an einer Therme zu Burtscheid, die nur Minima von Schwefel enthält, zollgrosse Gypskrystalle.

Die Löslichkeit des Gypses zeigt sich im Grossen darin, dass er in seinen Lagern ungemein leicht vom W. angefressen wird, u. dass sich im Gypsgebirge grosse, durch W. ausgewaschene Höhlen finden.

Gyps (worunter wasserhaltiger verstanden ist) erfordert zur Lösung der gewöhnlichen Angabe nach das 400—460Fache seines Gewichtes an W., wonach in 10000 W. nur 18—20 wasserfreier schwefels. Kalk lösbar sein würden. Nach Poggiale sind in 10000 Wasser bei 0^0 20,5, bei $43^3/_4{}^0$ 25,4, bei 100^0 21,7 schwefels. Kalk (oder Gyps?) löslich. Nach einer andern Angabe erfordert 1 Th. blätteriger natürlicher Gyps 332,3 Th. W. zwischen $10—100^0$ zur Lösung, wonach an 24 $CaO\ SO^3$ in 10000 gelöst sein könnten. Nach Tipp löst sich Gyps, $CaO\ SO^3+2\ HO$, in der 388fachen Gewichtsmenge W. von $15—20^0$ (also in 389 Th. W. 0,791 Th. $CaO\ SO^3$ oder in 10000 W. 20,4 $CaO\ SO^3$). Anhydrit löst sich erst in dem 492fachen Gewicht W. von derselben Temperatur (in 10000 Th. 20,3). Beide Lösungen trüben sich nicht beim Erwärmen, sondern erst beim Verdampfen von W.. Beim nachherigen Erkalten bilden sich übersättigte Lösungen. Liebig-Kopp's Jahresb. f. 1854. Nach Anthon lösen 10000 Th. W. 22,8 Th. »Gyps«.

Kohlens. vermehrt nach Davy nicht die Löslichkeit, wohl thut dies Kochsalz. Anthon fand nach einem halbjährigen Stehenlassen von W. über Gyps 18,7 in 10000 W. gelöst; war aber Salzwasser genommen worden, so waren 72,25 $CaO\ SO^3$ in Lösung (nach den erhaltenen Niederschlägen von 32 u. 115 schwefels. Baryt berechnet). In heissen Salzlösungen ist Gyps minder löslich als in kalten, in concentrirten weniger als in verdünnten (Virck). Es beruht diese grössere Auflöslichkeit des Gypses in Kochsalz gewiss auf

der Tendenz dieser beiden Salze zu gegenseitiger Zersetzung in schwefels. Natron u. Chlorcalcium.

Gyps ist nach *Mulder zu 1 Th. in 393 Th. W. bei 35°, wenn am meisten davon gelöst ist; er setzt sich aber in einer aus verdampftem Seewasser erhaltenen Mutterlauge, worin Kochsalz, Chlormagnium, schwefels. Magnesia etc. sind, noch nicht ab, wenn die Lauge in 10000 C.C. 1700 Gr. Salze enthält, worin 75 Gr. Gyps sind u. also auf 1 Th. Gyps nur 133 Th. W. kommen.

Bei der Abdampfung der Soolwässer zu Mutterlaugen bleibt oft ungemein viel schwefels. Kalk in Lösung u. zuweilen sollen $^{100-200}/_{10000}$ in der concentrirten Flüssigkeit gelöst bleiben. Welche Verhältnisse eine so grosse Löslichkeit ermöglichen, ist nicht ganz klar. Auch Salmiak vermehrt die Löslichkeit des schwefels. Kalkes (Vogel); ebenfalls salpetersaures Kali (Liebig-Kopp's Jahresb. 1850).

Vorkommen des schwefels. Kalks in den Wässern. Derselbe ist in gemeinen Wässern sehr häufig, wovon manches damit gesättigt sein mag. Das W. hat ja sehr häufig Gelegenheit, schwefelsauren Kalk aufzulösen. Ein W. zu Clergy, was aus Gypsboden entspringt, zeigte einen Gehalt von 14,7 schwefels. Kalk; wurde es auf $^1/_{10}$ abgedampft u. mehrere Tage in Ruhe gelassen, so zeigten sich seidenglänzende Nadeln am Boden des Gefässes. Einige Thermen enthalten merkliche Mengen von schwefels. Kalk, z. B. Szkleno 14, Uriage 14, Euganeen etwa 16 Z.T.; manche Sauerwässer sind reichlich damit versehen, z. B. Driburg, Pyrmont; es ist auch der Hauptbestandtheil vieler Schwefelwässer. Am meisten $CaO\,SO^3$ haben die Soolen aufgelöst, z. B. Jaxtfeld 34, Hall am Inn 45, Artern 45, Halle bis 46,6, Dürrenberg 56,5 Z.T.. Dass hier das Chlornatrium die Löslichkeit des schwefels. Kalks befördert, zeigt sich am deutlichsten bei einem W. von Salzungen, das neben 45 Z.T. schwefels. Kalk fast nur Kochsalz enthält. Doch auch ein Glaubersalz-W. mit wenig Kochsalz, mehr Bittersalz, Ivanda, enthält 33,4.

Die Soolen sind es auch vorzüglich, welche Gyps durch Verdunstung abgeben. Die Dornsteine, welche viele Soolwässer beim Gradiren an die Dornwerke ansetzen, bestehen meistentheils aus Gyps mit etwas kohlens. Kalk. In den Umgebungen der seit 400 Jahren bestehenden Saline Nauheim, deren W. aber nur wenig schwefels. Kalk enthält, sind so grosse Dornsteinblöcke aufgethürmt, dass man sie dort zu Einfassungsmauern benutzt.

Beim schwefels. Kalk ist nicht das Entweichen der Kohlens., sondern das Verdunsten u. Concentriren des W. Ursache davon, dass er unlöslich wird u. sich absetzt. Ueberall wo Wässer mit schwefels. Kalk verdunsten, entstehen Gypsabsätze. Darum sind Gypskrystalle so häufig unter der Dammerde, im Mergel, im Gerölle u. im Sand längst der Meeresküste abgelagert. An den Thermen von S. Filippo soll man Gypskrystalle finden. Bei einem mit Gyps gesättigten W. von 44° wird eine Erniederigung sowohl als eine Erhöhung der Wärme verursachen, dass sich Gyps absetzt, weil bei 44° mehr Gyps als bei 0° u. bei 100° vom W. aufgelöst wird.

Die sich in den Dampfkesseln ansetzende Kruste, der Kesselstein, besteht meistentheils aus Gyps, auch wohl aus etwas kohlens. Bittererde,

Eisenoxyd etc.. Der kohlens. Kalk kann ganz fehlen; er pflegt sich nur pulverig abzuscheiden.

Als Mittel die Bildung des Kesselsteins zu verhüten, sind kohlens. Natron, kohlens. Ammoniak u. Salmiak unter andern in Vorschlag gekommen. Die Alkali-Carbonate entnehmen den Erdbicarbonaten die sie in Lösung haltende CO^2 (das 2. Atom) u. der kohlens. Kalk fällt dann in loser Form nieder. Aus dem schwefels. Kalk bilden sie unlöslichen kohlensauren. Diese Umwandlung geschieht auch durch Kochen des Kesselsteins selbst mit kohlens. Alkalien. Salmiak zersetzt sich mit kohlens. Kalk so, dass Chlorcalcium u. kohlens. Ammoniak gebildet wird; mit Gyps bilden sich Chlorcalcium u. schwefels. Ammoniak. Die Ammoniaksalze wirken aber auf die Metalle schädlich. Zu viel zugesetztes kohlens. Natron kann in ähnlicher Art schaden.

An den Schwefelqu. von Baden in Oesterreich, welche durch Geröllschichten zu Tage kommen, erzeugt sich ein eigenthümliches Conglomerat, dem der aus den Qu. herrührende Gyps zum Cement dient. Diese Conglomerate bilden eine schützende Kruste um die Quelle; wo dieselbe unvorsichtiger Weise gesprengt wurde, konnte die Qu. nur mit grossen Kosten wieder gefasst werden.

Im Quellbassin der an schwefels. Kalk reichen Therme zu Leuk, das seit 17 Jahren nicht geöffnet worden, hatten sich auf den Steinen, die sich aus dem Grunde desselben erheben, an der Oberfläche des W., sowie an dem Deckstein Krystalle gebildet; die ersteren waren weiss u. bestanden aus schwefels. u. kohlens. Kalk u. kohlens. Magnesia; die letztern waren weniger gut gebildet u. röthlich u. weiss. Die weniger zahlreichen weissen glichen chemisch den erwähnten weissen Krystallen. Die viel häufigern röthlichen bestanden vorzüglich aus kohlens. Magnesia, dann kohlens. Kalk, etwas Gyps, Eisenoxyd, Thonerde u. Glairine. In dem rothen Absatz der Wasserleitung war Eisenoxyd, Glairine, kohlens. Kalk u. Magn., Kieselerde, Thonerde u. Eisenoxydul. Das unter W. stattfindende Absetzen von Gyps kann wohl theilweise daraus erklärt werden, dass diese Therme zuweilen ungelöste Theile, worunter auch Gyps ist, mitschwemmt.

Es sind noch die Versteinerungen durch abgesetzten Gyps hier anzuführen. Die Gypslager der Keuperformation vom Asberg bei Ludwigsburg u. von Untertürkheim bei Kannstatt umschliessen mehrere Muschelspecies, deren Schalen nicht nur von Gyps ausgefüllt, sondern auch in Gyps umgewandelt sind. Als Umhüllungs- u. Abformungsmaterial tritt der Gyps zuweilen auf.

Hat ein W. schwefels. Kalk gelöst, so kann es ihn noch durch Zersetzung verlieren. Es wandelt sich unter Umständen ein Theil der Schwefels. in Schwefelcalcium um. Andererseits tritt der Kalk oft aus. Cf. S. 177. Durch Wechselzersetzung vereinigt sich die Schwefels. mit Magnesia, Kali oder Natron, wenn die Carbonate dieser Basen hinzukommen; wobei der Kalk öfters mit CO^2 verbunden ausfällt.

§. 191. Kohlensaurer Kalk, $CaO\ CO^2$.

Quibusdam ex iis, qui a disciplina Heracliti sunt, placet, ut dulci ex aqua siccata concretaque lapides terraque creentur. Aristoteles.

Atomgewicht 50, des Bicarbonates, $CaO\ 2CO^2$, 72. In 50 Th. des einfachen Carbonates sind 28 Th. Kalk.

Vorkommen. Der kohlens. Kalk ist so allgemein verbreitet, dass er sich fast jedem W. zur Auflösung darbietet.

Löslichkeit. Der einfach kohlens. Kalk ist in destillirtem W. nur sehr wenig löslich. Fresenius gibt an, dass 1 Th. 10600 Th. kalten oder 8834 kochenden Wassers bedürfe; höchstens würden also 1,13 Z.T. gelöst, in kaltem W. nur 0,944. Nach Péligot (1855) würden in kaltem W. nur 0,2 Z.T. gelöst, nach Bineau 0,16—0,2. Nach Bucholz, einem ältern Beobachter, wäre die in W. mittlerer Temperatur lösbare Menge, je nach der Cohäsionsform, 0,4—0,6 Z.T..

Die CO^2 befördert die Lösungsfähigkeit des kohlens. Kalks sehr. Es sind darüber viele Versuche gemacht worden; nach Bergmann ist die Löslichkeit (für einfach kohlens. Kalk berechnet) 6,7 Z.T., nach Lassaigne's neuerer Bestimmung bei 755 Millim. Druck u. 10^0 8,803, bei 0^0 7,003; nach Boutron u. Boudet nicht über 11,6 Z.T.. In den Versuchen, welche *Bischof anstellte, indem er einen Strom CO^2 in Bütten mit W. einleitete, worin überschüssiger Kalk geschüttet war, fand sich in 2 Fällen, bei Anwendung von gebranntem Muschelkalk, dass in 10000 W. 42—135,3 kohlens. Kalk gelöst waren, wobei aber vielleicht eine andere Substanz die Löslichkeit erhöht hatte. Bei Anwendung von zerstückerter Kreide kamen 9—11, bei reinem gebranntem Kalke 18, ja bei einem durch Fällung aus einem Kalksalze erhaltenen, mithin sehr fein zertheilten Kalke sogar 28 Z.T. in Lösung. E. Marchand hatte 25 Z.T. in Lösung erhalten. Wir sahen bereits (S. 148), dass bei der Einwirkung von CO^2 auf Gesteine 10—15 Z.T. kohlens. Kalk aufgelöst werden können.

Verschiedene Verbindungen machen den kohlens. Kalk löslicher, als er es für sich in kohlens. W. ist. »Gibt man kohlens. Natron oder Kali im Ueberschuss auf den kohlens. Kalk, so lösen sie ihn auf, *) während die Bicarbonate dies nicht thun.« (Comptes rend. 1860, No. 5.) Mène machte die Beobachtung, dass der kohlens. Kalk (ebenso auch der schwefels. u. phosphors. Kalk) sich in einer Lösung von Salmiak, oder von schwefels. oder salpeters. Ammoniak (nicht aber durch kohlens. u. phosphors. Ammoniak) auflöst. Wenn man natürlichen kohlens. Kalk nur kurze Zeit in destillirtes W. mit Salmiak gibt u. dann filtrirt, so wird das durchgehende W. durch kohlensaures Ammoniak reichlich gefällt werden. Bereits vor längerer Zeit hat Vogel gefunden, dass Salmiak frisch präcipitirten kohlens. Kalk, isländischen Spath, Marmor (auch kohlens. Baryt, kohlens. Strontian u. kohlens. Magnesia) auflöst. Es kann dies durch eine Zersetzung, welche der kohlens. Kalk von dem Ammoniaksalze erleidet, erklärt werden. Wenn Wittstein kohlens. Kalk in einer concentrirten Lösung von Salmiak oder salpeters. Ammoniak auflöste, so entwich kohlens. Ammoniak, also wurde Chlorcalcium oder salpeters. Kalk gebildet. Chlormagnesium nimmt aus kohlens. Kalk keinen Kalk auf (Wiggers).

In einem Versuche von Bischof war durch langes Kochen von Fluorcalcium mit kohlens. Kali u. W., wobei Fluorkalium u. kohlensaurer Kalk (wenigstens theilweise) gebildet werden mussten, die Menge des gelösten Kalkes

*) Nach Wiggers Versuchen hinderte übrigens kohlens. Natron mit schwefels. Natron oder mit Chlornatrium nicht die Fällung des kohlens. Kalks beim Kochen der kohlens. Lösung.

so gross, dass er als Carbonat 11,8 Z.T. ausmachte; entweder ist demnach kohlens. Kalk im Momente seines Entstehens viel löslicher, als man gewöhnlich annimmt, oder es bildet sich ein ziemlich leicht lösliches Doppelsalz, oder Fluorcalcium kann in grösserer Menge neben kohlens. Kali unzersetzt u. gelöst bleiben.

Quellsaure Salze sollen kohlens. Kalk in Lösung halten können (S. 133).

Die M.Qu. führen selten so viel kohlens. Kalk in Lösung, als in kohlens. W. gelöst sein könnte. Bischof fand in einer Reihe von Analysen der Qu. in der Umgebung des Laacher Sees im Mittel 3,82 Z.T. (Heilbrunn 3,2, Tönnistein 3,6), als Maximum 5,3. In der Taunusgruppe (Geilnau, Fachingen, Selters, 2 Qu. von Ems) ist der Gehalt höchstens 3,25 Z.T., in der Gruppe des böhmischen Mittelgebirges nur in 2 Qu. über 5 Z.T., in der Gruppe der Auvergne u. des Vivarais (Montdore, Chaudesaignes, Vals) erreicht der kohlens. Kalk nicht 3 Z.T. mit Ausnahme von St. Nectaire, worin 4,4—6 Z.T.. Nach den von Nivet aufgestellten Analysen sind Qu., welche am meisten kohlens. Kalk enthalten, unter den Wässern des Puy-de-Dôme-Departements folgende: St. Allyre bei Clermont mit 16,4 Z.T. einfach kohlens. Kalk, Medagne zu Jose mit 16 (beide unter 30° warm), Chatelguyon mit 11,5, Ronzat zu Beauregard mit 9,7, Royat mit 7 Z.T.. (*Etudes sur les eaux, 1850.) Ein W. zu Clermont soll 17,7 erreichen. Auch Deutschland u. die österreichischen Staaten haben eine grosse Zahl von W., die sehr reich an kohlens. Kalk sind. Es enthalten an Z.T. des einfachen Carbonates Pustomyl 28,3, Mattighofen 25,68, (Wolf 1848), Linzmüll 23,84, Homburg 8—17,4, Ebriach 17, Nauheim bis 16,5, Grosskarben 16, Gyügy 16, Szliacs 15,8, Elöpatak 15,3, Borszek 15,1, Szinye Lipocz fast 15, Pyrmont 14,7, Dombhat 14,6, Szkleno 14,3, Krynica 13,9, Griesbach 13, Goldbrunn 12,6, Kannstatt höchstens 12,5, Rippoldsau höchstens 12,2, Herster Qu. 12, Berg 8,6—11,4, Rohitsch 10,8, Kissingen 10,8, Petersthal 10,6, Qu. im Fella-Thale 11. Noch sind reich an kohlens. Kalk: Godelheim, Imnau, Wildungen, Niedernau, Schwalheim, Harkany, Prodersdorf, Suliguli.

Keines der angeführten Sauerwässer erreicht den hohen Gehalt, den Bischof beim Versuche mit kohlens. W. erzielte. Die Umstände sind in den Werkstätten jener M.Qu. für die Auflösung nicht so günstig, wie bei jenen künstlichen Prozessen, wo das Gas durch W. strömte, in welchem kohlens. Kalk suspendirt war. Der kohlens. Kalk der M.Qu. in den Umgebungen des Laacher Sees kommt nicht aus Kalksteinformationen, sondern nur von mehr oder weniger zersetzten basaltischen Gesteinen oder von Thonschiefer oder Grauwacke. Selbst die 32°7 warme, mit CO^2 übersättigte Soole zu Oeynhausen, deren Bohrloch im Muschelkalk steht, enthält nur 8,3 Z.T.. Da die Oeynhauser Soole völlig klar ausfliesst, u. aus einer Tiefe aufsteigt, wo ein Druck von mehr als 50 Atmosphären herrscht, so zeigt sich, dass auch höherer als gewöhnlicher Druck zur Auflösung des kohlens. Kalks nicht viel beiträgt. Vielleicht ist die heftige Bewegung der M.W. auf ihrem Verlaufe schuld, dass die sonst mögliche Grösse des gelösten Kalkcarbonates nicht erreicht wird. Manche der genannten Qu. gingen aber doch, wie wir sahen, über die von Bischof gesteckte Grenze (10 Z.T.) hinaus. Hierzu mag freilich

bei nicht alkalischen Wässern öfters eine gegenseitige Zersetzung des kohlens. Kalkes mit schwefels. Magnesia beitragen, indem sich schwefels. Kalk u. kohlens. Magnesia bildet. Im Gegentheile wird vielleicht auch zuweilen bei hohem Gehalte an kohlens. Magnesia die Lösungsfähigkeit der CO^2 für kohlens. Kalk herabgesetzt. Wenn aber ein W. nur 11 Z.T. freie CO^2 enthält, so genügt dies um das 2. Atom für 25 Z.T. kohlens. Kalk zu bilden u. ihn als Bicarbonat löslich zu machen. Nach den geringen Mengen absorbirter CO^2 zu urtheilen, die sich in einigen warmen Wässern nach Abzug der zweit-atomigen vorfinden (S. 81), muss man schliessen, dass eine kleine Menge über das 2. Atom überschüssiger CO^2 zur Lösung der Erdbicarbonate genügt; ja wenn die Menge des kohlens. Kalkes nicht gross ist, wie in Karlsbad u. Aachen, reicht das 2. Atom schon zur Lösung aus.

Die CO^2 gemeiner W. *) reicht sogar zuweilen nicht für den vorhandenen Kalk aus um Bicarbonat zu bilden, z. B. in den von Pagenstecher untersuchten Brunnen von Bern. (Mitth. d. naturforsch. Ges. in Bern, 1844).

Der mit Hülfe von CO^2 gelöste kohlens. Kalk scheidet grösstentheils aus dem W. aus, wenn jene durch Erwärmen des W. schnell, oder unter Luftzutritt langsamer — durch Diffusion beim Stehenlassen desselben oder beim Fliessen — entweicht. Man kann dies an manchen harten Brunnenwässern sehen, welche nach dem Erwärmen an der Oberfläche als schwimmendes Häutchen oder auf dem Boden des Gefässes als Niederschlag kohlens. Kalk absetzen. Diese Absätze sind krystallinisch. **)

Ein kleiner Betrag von kohlens. Kalk bleibt im W. hartnäckig zurück. Nach Bineau wird 1 Z.T. Kalk-Bicarbonat bei gewöhnlicher Temperatur aufgelöst u. wird selbst im luftleeren Raume nicht zerlegt, weil eine nahezu äquivalente Menge CO^2 zurückgehalten wird. Das mit einer so kleinen Menge Kalkcarbonat versehene W. soll die CO^2 viel fester zurückhalten, als reines Wasser. (Annal. de Chim. 3. Sér. LI, Nov. 1857.) Nach Fresenius ist aber ja schon 1 Z.T. Kalkcarbonat ohne Hülfe der CO^2 löslich. ***)

---

*) Das gemeine W. kann aus den obern Erdschichten schon eine ziemliche Menge CO^2 aufnehmen (§. 63), wohl bis 1 Z.T. Gewicht. Gartenerde enthält z. B. zu Zeiten viel CO^2; in einem von Mulder angestellten Versuche hatte ein mit Gartenerde vermischt gestandenes W. bis 0.4 Z.T. daraus aufgenommen. In Berührung mit Luft entwickelt ein Uferschlamm von Sandefjord, Gytje genannt, eine reichliche Menge CO^2, woraus sich erklärt, dass das darin entspringende Schwefel-W. kohlens. Kalk enthält.

**) Dujardin beschrieb Prismen, welche sich an der Oberfläche des W. des artesischen Brunnens zu Tours vom Anfange der Verdampfung an bilden. (Ann. de chim. LVI, 1834.)

***) Bischof suchte durch einen Versuch wahrscheinlich zu machen, dass kohlens. Kalk sich als Sesquicarbonat löse. Er erwärmte nämlich W., worin solcher gelöst war u. bestimmte die Menge der zweit-atomigen CO^2 u. die des Kalkes. Der Versuch kann wohl nur für warmes W. maassgebend sein, indem die Lösung zum Sieden gebracht wurde, ehe sich Trübung zeigte. Auch darf hier wohl nicht die Menge des kohlens. Kalkes unberücksichtigt bleiben, die sich ohne Hülfe von CO^2 lösen würde u. es müsste erst der mehr vorhandene kohlens. Kalk als mit Hülfe der CO^3 gelöst betrachtet werden, wobei dann die Menge der zweit-atomigen CO^2 relativ grösser erscheinen würde. Vgl. §. kohlens. Magnesia.

Wird das Entfliehen der CO^2 durch guten Verschluss gehindert, so behält auch ein W., welches schon viel kohlens. Kalk besitzt, denselben in Lösung. So setzt das Aachener u. Burtscheider Thermal-W., auf Flaschen mit Sorgfalt gefüllt, keinen Kalk ab.

Viele W. setzen dort, wo sie abfliessen, an die Gegenstände, die von ihnen berührt werden (Boden, Gestein, Pflanzen etc.), kohlens. Kalk ab; solche werden inkrustirende, petrificirende oder sinternde W. genannt.

Inkrustirende kalte Qu., die sich sonst nicht von gemeinen Wässern absondern, sind nicht selten. In der aus Kalkstein entspringenden Qu. der Drau in 1364 Meter Meereshöhe fand Schlagintweit 6,81 Z.T. festen Gehalt; sie setzt bald nach ihrem Ursprunge Kalktuff ab. *) Der feste Absatz von kohlens. Kalk heisst Kalksinter, Kalktuff, Stalaktit. Das Absetzen geschieht unter gleichen Umständen um so leichter, je mehr die CO^2 Gelegenheit findet oder vielmehr gezwungen wird zu entweichen. Wärme des W., flächenartige Ausbreitung u. Abtröpfeln desselben, sowie Zertheiltwerden desselben durch Gegenstände, die es in seinem Laufe antrifft, sind die Umstände, welche das Ausscheiden des kohlens. Kalkes begünstigen. Nicht zu gewaltsames Fliessen bedingt das Ansetzen des kohlens. Kalkes, der bei zu grosser mechanischer Gewalt als lose Kryställchen fortgeschwemmt wird.

Eine grosse Zahl von Thermen setzt an der Luft nach Verlust der CO^2 Kalk-Carbonat ab u. es beschlägt sich der Behälter, worin sie der Luft ausgesetzt stehen, allmälig mit einer Kruste von kohlens. Kalk, welche ein schichtenartiges Gefüge annimmt, wenn der Behälter häufig mit frischem W. gefüllt wird. Eine solche Kruste kann eine bedeutende Dicke annehmen. In einem kleinen Behälter des Römerbades an der Kaiserqu. zu Aachen traf ich einen dicken Sinterbeschlag, dessen ganz parallele zahlreiche Schichten durch ihre mehr oder minder graue Färbungen von einander abstachen u. ein häufig vorgekommenes Füllen des Bassins voraussetzen liessen. Die Piscina mirabilis von Bajä, ein 200′ langer, 130′ breiter, auf 48 Pfeilern ruhender Wasserkumpen, ist im Innern mit Stalaktit-Krusten bedeckt, die so hart sind, dass sie sich schleifen lassen. Eine vor den Römerzeiten errichtete Piscine zu Montdore war im Innern mit einem 12 Decimeter dicken Travertin überzogen.

Die Form des Kalkabsatzes ist der Bewegungsgrösse des W., seiner Ausbreitung u. der Form der davon berührten Gegenstände entsprechend.

Ein anziehendes, oft bewundertes Schauspiel gewähren die Tropfsteinhöhlen, in denen die aus kohlens. Kalk abgesetzten Massen, Stalaktiten, mit der Länge der Zeit eine erstaunliche Grösse erlangt haben und phantastische Formen vorstellen, die ihren feenhaften Ausdruck grossentheils der künstlichen Beleuchtung verdanken. In einigen Gebirgen sind die Tropfsteinhöhlen nicht selten. Die

---

*) Aeltere Nachrichten erwähnen derartige Qu. zu Baden, Eglisau, Frankfurt a. d. O., Hagenhausen bei Nürnberg, Jena (Fürstenbrunn, 1 Stunde von Jena, welcher in 1/4 Jahr einen Gegenstand inkrustiren soll; cf. die latein. Monogr. v. Brückmann, 1748, deutsch im Hamb. Magaz. IV, 5), Kirchdorf, Schloss Schellenberg, Torgau, Zürich; ferner zu Beaufort im Elsass, Perigueux u. beim Städtchen Vigand, wo sich ein dem Zuckerconfekt ähnlicher Sinter bilden soll. (Zeiler Itin. Gall. c. 7.) Eine Qu. bei Soglio überzieht Pflanzen mit einem Korallen-Sinter. (Scheuchzer Hydrol. Helv. 321.)

grossartigsten, ungemein hohen Tropfsteinhöhlen liegen in dem aus kalkigen Sandstein bestehenden Grooten Zwarteberge des Caplandes.

In den Höhlen, worin sich vorweltliche Knochen angehäuft finden, breitet sich über der knochenführenden Thonschicht fast immer eine Decke von Stalaktiten-Kalk aus. Meist dringt dieser Kalk, dessen Anwesenheit fast eine wesentliche Bedingung zur Erhaltung der fossilen Knochen zu sein scheint, in alle Risse des Thones ein u. verbindet diesen häufig zu einer harten Breccie. Vogt Geol. II.

Auffallend kann es erscheinen, dass auch W. mit geringem Kalkgehalte mit der Länge der Zeit viel kohlens. Kalk absetzen. So enthielt das Quell-W. der wegen ihrer Tropfsteinbildungen berühmten Baumannshöhle (I) u. der nahen Bielshöhle im Harze (II):

	I	II
Schwefels. Kalk	,207	,13,
Kohlens. „	1,06	1,
„ Eisenoxydul	,26	,65;

vielleicht hatte dieses W. aber schon einen Theil seines Kalkes abgegeben.*)

Es kommt bei solchen Wässern mit wenig kohlens. Kalk zwar auch auf die relative Menge desselben zum W. an, aber ebenfalls auf die relative Beziehung zur vorhandenen CO^2. Wenn einer kleinen Menge von kohlens. Kalk auch ein kleiner Betrag von CO^2 zugesellt ist, so kann das W. leicht so viel CO^2 einbüssen, dass der Kalk nicht mehr gelöst bleiben kann.

Wie gering der Kalkgehalt eines inkrustirenden W. sein kann, zeigt sich an folgendem Beispiele. Das W. der Kalktuff absetzenden Qu. von Ahlersbach im Spessart enthält 0,5 Z.T. kohlens. Kalk; es rinnt über eine steile, bemooste Fläche. Das Moos versteinert an den Wurzeln, während es an den Spitzen grünt. Es entstanden so mit der Zeit dicke Schichten von Kalk, welche die Formen der Moosstengel umschliessen, zwischen denen Gehäuse von Schnecken u. allerlei Pflanzenblätter begraben liegen. Die Bildung wächst jährlich nur um einige Linien in der Dicke.

Die an Kalkstein reichen Gegenden Deutschlands liefern viele Beispiele von Kalktuff-Absätzen aus kalten Quellen. So die Gegend zwischen dem Harze u. dem Thüringer Walde, auf dem Eichsfelde bei Langensalza, Mühlhausen, Gotha, Tonna. Sie bilden sich noch so häufig fort, dass man an vielen Stellen die Mühlengerinne, in welche solche Qu. geleitet werden, aushauen muss, wie bei Göttingen. Ausgezeichnete Punkte dieses Vorkommens sind zu Königslutter bei Braunschweig, im Triebschen Thale bei Meissen. Hoffmann Physik. Geogr. I.

An einem W.-Fall des Cantons Tarka im Caplande haben sich schneeweisse alabasterähnliche Stalaktiten gebildet, die zuweilen 40—50′ lang sind.

Bekannt sind, wie Harless referirt, die Ueberziehungen der Umgegend mit Sinter nicht nur um den lauen Albula-See u. den noch kalkreicheren Lago di Tartari, sondern auch auf beiden Seiten des Teverone, als Residuen seiner Ueberschwemmungen, bis hinauf nach Tivoli, oder vielmehr von da an abwärts mehrere Meilen westlich. Der Kalksinter ist von grosser Härte u. bildet besonders an den Anhöhen nach Tivoli hin, durch weisse Inkrustirung der Gräser, sowie der Wurzeln u.

---

*) Das fallende W. setzt auf dem Boden Eisenoxyd an, welches durch die organische Substanz wieder zu Oxydul desoxydirt wird, was sich „durch das Vorhandensein des kohlens. Kalks in W. auflöst“ (?) u. an wessen Stelle sich „Kochsalz (?) als Tropfstein hinsetzt“, was wohl heissen soll, dass statt des ausscheidenden kohlens. Kalkes sich kohlens. Eisenoxydul auflöst. Der kohlens. Kalk ist nach dem Verf. aus der Zersetzung des Gypses durch das kohlens. Eisenoxydul u. die organischen Substanzen entstanden. Vgl. Neues Jahrb. f. Mineral. 1856, 537, aber wegen der Theorie des Vf. dass. *1855, 33.

Ueber Höhlen mit Stalaktiten spricht Plinius: „Destillantes quoque guttae in lapides durescunt in antris Coryciis (in Cilicien am Meere); nam Miezae in Macedonia, etiam pendentes in ipsis cameris, at in Corintho cum decidere. In quibusdam speluncis utroque modo, columnasque faciunt, ut in Pausia Chersonesi Rhodiorum in antro magno, etiam discolori aspectu.“ H. N. XXXI, 3.

Stengel anderer Gewächse die meist hohlen Stalaktiten von cylinderischer Gestalt u. fast krystallinischem Ansehen, welche unter dem Namen Confetti di Tivoli bekannt sind. Kohlens. Kalk macht den Hauptbestandtheil dieser Confetti aus. Mit Unrecht glaubt man, dass auch viel schwefels. Thonerde darin sei. Wenigstens fand sich, dass der Sinter der verschiedenen See'n bei Tivoli fast reinen kohlens. Kalk mit geringen Atomen von Gyps u. Eisen darstellte. (v. Gräfe Gasqu. Italiens, 126.) Ein Confetto eigener Art beschrieb Bacci: „Risimus, quum ex hac planitie, ubi stagnant Albulae, advectum pro spectaculis magnam testudinem vidimus, totam lapideo cortice incrustatam, motu pene relicto." Das W. enthält ausser 9,63 Z.T. einfach kohlens. Kalk noch Sulfate von Natron, Magnesia u. Kalk u. 18,3 absorbirte u. zweit-atomige CO^2. Das mir übersandte W. schmeckte noch sehr sauer. Die sauren Bestandtheile verhalten sich in chemischen Werthen zu den alkalischen wie 3 : 1.

Italien hat viele Sinterwässer. „Quod in Italia quibusdam locis evenit, sive virgam, sive frondem demerseris, lapidem post paucos dies extrahis." (Seneca.) Einige werden von spätern Schriftstellern erwähnt. *)

„Ast alibi in lapidem transit liquor, usque adeo vis
Telluris variat. Videas lapidescere sarni
Coeruleo sub fonte alumni, filicisque maniplos
Et paleae intortos lento cum vimine culmos." Pontanus.

Ungewöhnlich reich an kohlens. Kalk, dabei arm an andern Salzen u. CO^2 sind die warmen Schwefel-W. von S. Filippo im Toscanischen. Sie bedecken den Boden mit weissem, gelbem u. röthlichem Travertin in Form von Hügeln, Stalaktiten, Flocken oder in andern Gestaltungen. (Der Oberfläche des Sinters soll oft etwas freie Schwefels. anhängen!?) Der weisse Sinter ist fest u. wenig brüchig, so dass er sich zu plastischen Figuren verarbeiten lässt, die Politur annehmen. de Vegni (Brief darüber; 1761) hatte eine eigene Marmorfabrik angelegt, worin Sculpturen, Basreliefs, Münzabdrücke u. Statuetten aus diesem Tartaro verfertigt wurden. In wenigen Tagen konnte man dort mit Hülfe des Thermal-W. ganze Basreliefs abformen. Man sieht also, dass man nicht blos Sculpturen aus dem fertigen Sinter anfertigte, sondern auch denselben sich in Formen ausbilden liess. Cf. Atti dell' Ac. dei Fisiocrat. di Siena, IX. Man lässt, wie de la Beche bemerkt, sich den Gyps abscheiden, ehe das W. zum Abformen gebraucht wird.

Im Oriente gibt es mehrere solche inkrustirende Thermen. So bilden die Thermen der Thermopylen kleine, nach oben für den Dampf offene Sinterhügelchen (Herodot nennt sie Χύτρα, Töpfe); sie bedecken bis zum Ausflusse ins

---

*) Man citirt noch Leander mit der Angabe von versteinernden Qu. zu Volterra (apud Volaterras Ulimenti colli radicibus) u. anderswo (ex monte Mauro Foroliviensis agri).

Viele sinternde W. waren im Alterthume bekannt; namentlich werden versteinernde Flusswässer in ihren Schriften erwähnt. Die Thermen von Delium auf Euböa u. von Hierapolis in Asien waren Sinterwässer. Aus den letztgenannten gewann man grössere zum Bauen oder doch zur Umzäunung benutzte Steine. Solche Sinterthermen hatte Aristoteles (Problem.) im Auge, als er die Frage aufwarf: „Cur aquis calidis potius quam frigidis lapides concrescant atque coagmententur? Utrum quod lapis defectu humoris consistit, caloreque potius quam frigore humor deficit et lapidescit calore, ut etiam Empedocles: Lapides (inquit) et saxa ferventium aquarum opera conficit." Cf. Lersch Geschichte der Balneol. 1862, 64, 122.

Einen Sinter-See erwähnt Vitruv (VIII, 3): „Est in Cappadocia in itinere, quod est inter Mazaca" (später Caesarea genannt) „et Tuana" (s. Tyana, wobei der stark aufbrausende fons Asmabaeus) „lacus amplus, in quem lacum pars sive harundinis sive alii generis si demissa fuerit, et postero die exempta, invenietur lapidea; quae autem pars extra aquam manserit, permanet in sua proprietate."

Sinterbrunnen in Asien werden in Olf. Dapper's u. Tavernier's Reisebeschreibungen (vor 1682) beschrieben. Im 17. Jahrhunderte wurden auch Sinterbrunnen erwähnt, die bei Abbarah im Königreiche Barnagosso in Afrika lagen (Asiat. u. Afr. Denkw.), andere bei Guanvelica (J. a Costa III H. N. c. 17, Herrera c. 17).

Meer das Land reichlich mit Inkrustationen. Man findet die niedlichsten Abdrücke des Laubwerks u. armdicke, um den dünnen Schaft eines Cyperus gebildete Stalaktiten. Die kalkreichen bis 55° warmen Qu. von Hierapolis (arm an Magnesia u. kohlens. Natron) wurden schon nach Vitruv dazu benutzt, Stein-Zäune für die Weinberge zu bilden. (S.371, Anm. .) Die Thermen von Brussa, ungleich im Kalkgehalte, setzen zum Theil Sinter ab, zum Theil aber nicht. 12 Kilom. von Singerly, zwischen Smyrna u. Brussa kommen siedende Schwefelthermen aus Travertin, die viel Kalk absetzen. (Hamilton's Reise in Kleinasien, 1843.) Westlich vom Chardak-See in Kleinasien, 2½ Kilom. von Kaklek, fliesst ein grosses W. in zahlreichen Bächen, die Alles, was sie berühren, mit dickem Kalk bedecken. (Hamilton.)

Zu Huanca velica in Peru, etwa 70 Leguas von Lima ist eine sehr heisse Qu., mit deren W. man Hohlformen zu Quadersteinen, Statuetten u. dgl. inkrustiren lässt. Viele Heiligenbilder u. Gefässe (?) der Kirche zu Lima gehören dieser Art Plastik an. Cf. S. 371, Anm. .

Am Karlsbader Sprudel findet man eine grosse Zahl der verschiedensten Gegenstände zum Kaufe ausgestellt, die man mit dem W. der benachbarten Hygeaquelle inkrustirt hat. Die Farbe dieser Inkrustationen ist gelbbraun wegen des Eisens, welches das warme W. enthält. Es ist Göttl gelungen, an einer andern Therme von Karlsbad wenig gefärbte, äusserst feine Sinterbilder zu erhalten, indem er das warme kalkreiche aber Kohlensäure-arme W. in Formen einträufeln lässt, wobei es den kohlens. Kalk in ziemlich fester Gestaltung, die schwächsten Linien des Reliefs wiedergebend, absetzt. Er hat so kleinere, aber auch fussgrosse Reliefs verfertigt.

Viel seltener eignen sich Sauerwässer, um mit ihnen Sinterbilder darzustellen. Dieser Art sind die warmen Qu. von St. Allyre in der Auvergne, wo man Blumen, Früchte, Vogelnester einem Staubregen des M.W. aussetzt. Um einen mittelgrossen Hund zu inkrustiren, gehören wenigstens drei Monate Zeit. Nivet berichtet über diese inkrustirenden W. Folgendes. Das W. der grossen Qu. durchläuft einen Raum von 70 Meter durch offene Rinnen, die mit Holzstücken u. mit Grant ausgelegt sind. Im Anfange der Rinnen setzt es viel Eisen ab; im weitern Verlaufe ist der Absatz weniger gefärbt. Wenn das W. unter das Dach der Grotten angekommen, fällt es durch eigene Oeffnungen auf dicke Steine, von welchen es in Tropfen auf die ausgelegten Gegenstände spritzt. So fällt das W. kaskadenförmig von Etage zu Etage bis es den Fluss erreicht. Aehnlich macht man es mit der kleinen Qu.; sie läuft aber nur durch 38 Meter Rinnen u. plätschert auf die Gegenstände (Medaillen), deren Inkrustation glänzen soll. Um glatte polirte Bilder zu erhalten, tröpfelt das W. in Hohlformen aus Schwefel oder Gummilac; ist dann der Ansatz dick genug, so lässt man ihn trocknen u. trennt ihn mit einem trockenen Schlage auf die Verbindungsstelle desselben mit der Form. Sehr zarte Abbilder geben Guttapercha-Formen. Die gewöhnlichsten Gegenstände, die man inkrustiren lässt, sind Bas-Reliefs, Büsten, Medaillen, Statuetten, die man in Schwefel abgeformt hat oder aus Porcellan, Thon oder Email gemacht sind, ausgestopfte Thiere, Blumen, Früchte, Blumenkörbchen, Nester, Eier etc.. Im Winter, wo die Verdunstung weniger schnell als bei wärmerer Luft vor sich geht, sind die Krusten röther u. reicher an Eisen als sonst.

Die Inkrustationen von St. Allyre, St. Nectaire u. Gimeaux, die merkwürdigsten von allen, bestehen grösstentheils aus Kalkcarbonat, theils amorphem, theils krystallinischem. In Färbung sind sie verschieden, je nach ihrem Ursprunge u. der Sorgfalt, womit sie gemacht sind. Die von Allyre u. Nectaire haben einen leichten, schmutzig-weissen Reflex, während die von Gimeaux weisser sind. Eine Analyse der letztern, von Lefort angestellt, ergab in 100 Th., ausser 9,78 W., 89,93 Th. kohlens. Kalk nur 0,29 anderweitige Bestandtheile (kohl. Magn. 0,16, kohl. Stront. 0,03, Gyps 0,08, Eisenoxyd 0,02, u. noch Spuren von Chlor, Kiesel- u. Thonerde). Ich habe ein sehr glattes u. feines Sinterbild vor mir, eine Sennerhütten-Familie mit Thieren darstellend, von etwa 7 Zoll Länge. Es ist von Teint gleich dem mit Stearin getränkten Gyps, fast so weiss wie Stearin. Der Rücken des Bildes ist rauh krystallinisch. Eine Beschreibung liegt bei, welcher ich Folgendes entnehme.

Inkrustirende Qu. der Grotten des Mont-Cornador zu St. Nectaire (8 St. von Clermont). Vor einigen Jahren entdeckte man unter dem Absatz der

Wässer runde u. viereckige Becken u. Aquädukte, deren geschichtliche Bedeutung noch zweifelhaft ist, zugleich neue sehr mächtige u. sehr heisse Qu., die vielen kohlens. Kalk absetzen. Man verfährt mit den Formen (von Schwefel), worin man das vorher (von Eisen? Ref.) gereinigte W. leitet, in folgender Weise. „Man lässt in die Formen zuerst eine dünne, sehr feine Kalkkruste, die verschiedene halb durchscheinende Teints hat, absetzen u. verstärkt sie durch einen zwar auch feinen, aber langsamer gebildeten Absatz.“ Anders verfährt man mit den Medaillen, worauf das W. nur tropfenweise spritzt. In den wundervollen Grotten des alten Alluviums sieht man ausser den phantastischen Stalaktiten, die künstliche Werkstätte der Sinterbilder. Der Eigenthümer dieser inkrustirenden Qu., durch vielfache ehrenvolle Atteste der Ausstellungs-Jury u. Ertheilung von Ehrenmedaillen aufgemuntert, hat jetzt Caméen u. Bas-Reliefs in den Handel gebracht, die, obwohl diaphan, sehr solid u. schönre als Elfenbein sind. Schon 1844 gab die Jury das Urtheil ab, dass diese Bilder feiner, geschlossener u. compakter seien als die von St. Allyre. Man gibt mit Metalllösungen den Absätzen alle Färbungen, welche die Laven des Vesuvs darbieten. Im Magazin von Percepied-Maisonneuve zu St. Nectaire (unter gleichen Namen zu Clermont-Ferrand, Vichy, Néris u. Montdore) findet sich eine grosse Auswahl von Caméen, Bas-Reliefs religiösen oder geschichtlichen Inhalts u. historischen Portraits, glatt oder krystallisirt, von Körben, Früchten, Statuetten etc..*)

Eine besondere Abänderung des Sinters bildet der sog. Erbsenstein Pisolith; derselbe besteht aus Körnern ungleicher Dicke, die gewöhnlich wie Erbsen (oft wie Linsen, selten wie Spielsteine) sind. Die Körner sind aus concentrischen Lagen zusammengesetzt, deren excentrisch faserige Struktur gewöhnlich nur sehr undeutlich ist. Die concentrischen Schalen umschliessen fremdartige Körner, besonders Quarzkörner, die dem sich absetzenden Arragonite zum Anschluss dienten. Die Erbsen liegen gewöhnlich dicht aufeinander u. der Raum zwischen ihnen ist mehr oder weniger angefüllt mit Krystallen oder dichter Masse. Die Erbsensteine sind zuweilen zu grossen Klumpen miteinander versintert. Sie sind mürbe oder hart, weiss (selten äusserlich berlinerblau dendritisch geädert), dunkelgelb, die grossen kastanienbraun, oft mit abwechselnden braunen u. weissen Kreisen. Sie kommen auf u. unter dem Sprudelstein, besonders in der Tiefe vor.

Die vorhergehende Beschreibung entnahm ich andern Schriftstellern. Nach zwei Stücken, die vor mir liegen, gibt es verschiedene Erbsensteine. Die eine Art ist aus Erbsen zusammengesetzt, die keinen deutlichen fremdartigen Kern haben, sondern bis zum Mittelpunkt aus unzähligen, leicht auseinander zu sprengenden Sinter-Schalen bestehen. Diese Schalen sind meistens fast ganz weiss; einzelne mehr oder minder gelbliche liegen concentrisch zwischen den weissen. Die Schalen der verschiedenen Erbsen sind mit einander verwachsen, zwischen ihnen sind nur wenige Zwischenräume von Sinter leer geblieben. Die Erbsen fallen leicht aus den Schalen u. hinterlassen halbkugelförmige Vertiefungen, kleinere u. grössere, je nach der Grösse des herausgefallenen Kerns. Die Erbsen differiren in der Grösse weniger unter sich als bei der andern Art; auf 10 Centimeter Länge liegen etwa 24 nebeneinander. Die zweite Art ist eine Versinterung von fremdartigen Körnchen, die in Farbe, Grösse u. Form, sehr verschieden sind. Die Sintermasse ist sehr gering im Verhältnisse zu den versinterten Steinchen (Quarzstückchen etc.). Die Farbe des Ganzen ist durch die Verschiedenartigkeit der versinterten Stückchen u. der Bindemasse eine Abwechselung von Braun, Grau u. Weiss. Die nackten Kerne haben eine unregelmässigere Gestalt als ihre Sinter-Hüllen, welche gewöhnlich mehr oder minder abgerundet sind. Vgl. Taf. V.

Offenbar haben die Erbsensteine sich in bewegtem W. gebildet, indem Gase u. Dämpfe des W. mit den Sandkörnchen oder mit den Körnchen von ausgeschiedenem kohlensaurem Kalk spielten, bis sie ihrer Schwere wegen in Ruhe kamen

---

*) Gibt es zu Schwalbach eine inkrustirende Qu.? *Rega (de aquis mineral. Gegen 1740) macht nämlich folgende Bemerkung: „Prope Swalbach, by Mentz (sic!) qui pagus aquas Spadanis nihilo cedentes exhibet, quod meo experimento ante 36 annos dedici (sic); in quem fontem pilae palmariae, chirothecae, aliaque porosiora injecta una nocte lapidescebant.

u. dann zusammensinterten. Becher hat die Pisolithen genau beschrieben u. hatte Gelegenheit, die Bildung ähnlicher Sinterungen zu beobachten. Vgl. Uebelackers Beschr. des Karlsb. Sinters mit 30 illum. Tafeln.

Pisolithen kommen nach Gräfe an den italienischen Qu. nicht vor, mit Ausnahme Abano's, wo sie aber selten sind. Am Vesuv vorkommende Pisolithen sind in Hamiltons Prachtwerk abgebildet.

Wo die Qu. des petrificirenden Sumpfes am Urmia-See Blasen aufwerfen, bilden sich auf seiner Oberfläche kalkige, schalige Steinkugeln, die gewöhnlich etwas schmutzige Erdmasse einschliessen. Ritters Erdk. IV, 849.

Die Kalk-Absätze erreichen oft eine bedeutende Mächtigkeit. Im geologischen Becken von Kannstatt hat sich der Kalktuff in grossen Massen abgelagert, die stellenweise 40—60′ dick sind. Heutzutage fliessen dort wohl 50 Qu. von 19—21°, die fortwährend Tuff ansetzen. Unter dem Namen Rocher des Célestins kennt man zu Vichy eine enormgrosse Arragonit-Bildung, die in weit entlegenen Zeiten sich gebildet hat. Sie erhebt sich mehrere Meter über das Niveau der Célestiner-Qu. u. geht sehr weit unter die Altstadt weg, wo mehrere tiefe Keller darin angelegt sind. Die W., woraus sich dieser Fels gebildet hat, müssen viel reichhaltiger als die jetzige Quelle geflossen sein. —

Seit den ältesten Zeiten ist der Travertin (lapis Tiburtinus der Alten) als Baustein berühmt; aus ihm wurden viele der bedeutendsten Bauwerke, z. B. das Colosseum, aufgeführt. An den Seiten des tiefen Schlundes, in welchen sich der W.-Fall von Tivoli stürzt, ist der Travertin 120—150 M. dick (Lyell). — Im Orcathale bei St. Quirico fliesst das 45° warme W. von S. Vignone als eine starke Qu. auf dem Gipfel eines etwa 100′ hohen Hügels, der aus schwarzem Schiefer besteht. Das W. setzt Tuff ab, welcher sich einerseits östlich gegen Vignone zu herab in deutlichen Schichten von 6° Neigung abgelagert hat, worunter eine 15′ dicke, aus vielen dünnen Lagen bestehende sehr feste Masse ist, u. andererseits bis zu 200′ mächtig sich nach Westen zu, 250′ weit, bis an den Orciafluss ausbreitet, wo er in voller Mächtigkeit steil absetzt u. vom Flusswasser weggespült wird. Vgl. Okens Atlas Taf. II. — Wo die Thermen Lipso auf Euböa nahe der Küste entspringen, beobachtet man längst der ganzen Kalkkette hin einen kleinen Bergzug, der bis zu 200 M. über dem Meere ansteigt u. ganz aus kalkigem Quellabsatze besteht. — Wo das wegen seiner sinternden Eigenschaften schon im Alterthume ausgezeichnete Thermal-W. von Pambuk-Kalessi bei den Ruinen von Hierapolis südöstlich von Smyrna sich über steil abfallende Wände ergiesst, bildet es eine Reihe von Terrassen in regelmässigen Distanzen, so dass man ein Amphitheater mit Marmorsitzen vor sich zu sehen glaubt. An andern Stellen stürzt es sich über 60—70′ hohe u. 1—2′ breite Abgründe u. überzieht diese mit einer schneeweissen Lage, die dann wie ein erstarrter W.-Fall aussieht. Die Täuschung wird noch dadurch vermehrt, dass sich am Fusse solcher Inkrustationen formlose Massen angehäuft haben, die ganz wie Schaum aussehen. Diese versteinerten Ströme breiten sich mehrere hundert Fuss über die Ebene aus. Das Terrain der Stadt hat sich seit ihrer Zerstörung um 15—20′ erhöht. Ueber dem Strome wölben sich kreideweisse Gruppen, wie herabhängendes Gebüsch von Trauerweiden. — In einem Seitenthale, welches bei Vlotho in das Weser-Thal ausmündet, fand Bischof ein Kalktuff-Lager, welches stellenweise 12—15′ tief abgebaut ist, ohne dass man es durchsunken hat. — Bekannt ist der Kalksinter, welcher sich in den römischen W.-Leitungen, die sich von der Höhe der Eifel theils nach Köln, theils nach Trier hinziehen, in so bedeutenden Massen abgesetzt hat, dass Säulen daraus verfertigt werden, welche man hier u. da in den Kirchen der Eifel findet. — Ein Theil der Mauer der Façade des Römerbades von Montdore ruhte auf Thermal-Sinter. — Mit dem Sinter von Rothenfelde, der 16—20′ dick abgelagert ist, sind die Kirchthürme der Nachbarschaft u. Salinengebäude gebaut. — Der Brunnen der Saline von Salzkotten ist ringsumher mit einem Hügel aus eisenfreiem Kalksinter umgeben.

Eine sehr gewöhnliche Form der Sinter sind die über den Qu. sich erhebenden konischen Hügel, deren Zuspitzung nach oben u. Erbreiterung nach unten sich leicht daraus erklärt, dass das W. um so mehr Kalk absetzen kann, je mehr Flächenausbreitung es gewinnt u. um so schwächer ausströmt, je höher durch das

Anwachsen des Hügels die drückende Wassersäule wird. Die Sinterthermen von Hammam-Meskoutine (d. h. verfluchte Bäder) in Algier hat Baudens genauer beschrieben. Auf einer breiten Ebene erheben sich mehrere hundert Pyramiden (Boudet zählte nur 45—50), die durch ihre Anordnung u. ihre weisse Farbe das Ansehen eines mit Zelten bedeckten Feldlagers geben. Diese Pyramiden sind aus zartem, porösem Kalk gebildet. Ihre Basis hat nicht unter 12′ Durchmesser, ihre Höhe geht etwa bis 15′. Man bemerkt einige Zwillingsformen, die nur aus Einem Stamm von 5′ Höhe mit 2 konischen Köpfen bestehen; die völlige Symmetrie beider Köpfe zeigt, dass ihnen eine gleiche Lebensdauer beschieden war. Das Plateau, worauf diese sonderbaren Auswüchse sich erheben, ist westlich von einer 20 M. tiefen Schlucht begrenzt u. ruht auf Felsen, deren ganz vegetationslose Oberfläche, mit einer weissen, zerreiblichen Kalkdecke überzogen ist. Am Rande dieser Schlucht, nördlich u. südlich, entspringt eine grosse Zahl von Thermen (62°—95°), wovon mehrere einen erstickenden Schwefelgeruch verbreiten. Wenn die Höhe der beschriebenen Hügel so weit gewachsen ist, dass das W. nicht mehr überfliessen kann, sucht sich das W. einen Ausgang an neuen tiefer gelegenen Punkten. — Auch werden ausgezeichnete, heisse Sinterwässer erwähnt, die zu Rasselacha in Algier liegen u. mehrere hundert Kalkhügel von 5—18′ Höhe aufgebaut haben. Das W. enthält *HS*; der Niederschlag schien Zink zu enthalten. (Poggendorf Annal. XXXIII, 430). — Solche Steinkegel haben auch die Qu. von Saratoga u. Choekehok gebildet. — Eine kalte Qu., die wegen ihrer Inkrustirungen bewundernswerth ist, besitzt Siebenbürgen zwischen Radna u. Major. Die Sinterungen haben hier allmälig einen Kegel, wie einen spitzen Hut errichtet, dessen Höhe schon im J. 1777 (s. *Cranz Gesundbr. d. österr. Mon.) etwa 6 Klafter betrug u. dessen Gipfel 40 Schritte Durchmesser hatte. Dieser Kegel umgibt den Brunnen, dessen gewaltig polterndes W. damals über den Krater hinüberfloss. Das W. hat einen grossen Gehalt, namentlich sehr viel Erden. Dem benachbarten Säuerling Szent-György (mit sehr viel kohlens. Kalk u. kohlens. Magn., auch Eisen) hält ein Tuffhügel, an dessen Fuss die mächtige Qu. sich einen Ausweg gesucht hat, seine frühere Mündung verstopft, wie dies bei vielen Sinterqu. der Fall ist. Ueber Rodna (Radna) vgl. Leonhard's Jahrb. 1836, 45.

An einigen Stellen hat das inkrustirende W. Brücken gebildet, so ist z. B. zu St. Allyre in der Auvergne der Kalktuff zu einer ungeheuren Steinmauer herangewachsen, auf deren Rücken das W. sich ausbreitete u. die, an einen Bach angelangt, der sie von unten zu abspülte, in der Höhe brückenförmig darüber fortschritt; 1837 war die Mauer 78 M. lang, 6 hoch.*) Das W. des Flusses hinderte den Ansatz des Kalkes nach dieser Seite, wodurch sich die Bildung eines unvollkommenen über den Fluss hinüberreichenden Bogens erklären lässt. Dieser Bogen wird auf dem andern Ufer durch eine Steinsäule, die sich vom herabfallenden W. bildete, ergänzt. Nach Nivets Bemerkung vegetiren auf der Oberfläche der Brücke Pflanzen, welche übersintern u. das Wachsthum der Brücke beschleunigen. Man schätzt, dass sich jährlich $0^m,081$ neu ansetze. Die 24° warme Qu. ergiesst jährlich fast 13000 K.M. eines W., das 11—16 kohlens. Kalk in 10000 enthält. — Eine viel grössere Qu. fand E. Smyth zwischen Erzerum u. Trapezunt am Nordfusse des Taurus. Eine vom Kalkgebirge herabstürzende Therme mit starker Gasentwickelung baute nämlich über einen Fluss eine Tuff- u. Stalaktiten-Brücke von einem grossen Bogen, unter welchem der Strom seinen Weg ungehemmt fortsetzt. Diese Brücke ist jetzt mit Erde u. Vegetation bedeckt. Weiter abwärts ist eine zweite Brücke dieser Art bis zur Hälfte des Flusses im Werden. (Ergänz.-B. zu Poggend. Ann. I, 374.) — In der Nähe von Chonos, wo einst Kolossä stand, finden sich versteinernde Bäche; der Lykus läuft hier unter einem natürlichen Kalkgewölbe hindurch. (Hamilton.) — Der ganze Landstrich des jetzigen Bezirks von Bajazed u. Diadin, einst zu Assyrien u. Armenien gehörig, ist reich an Thermen; namentlich ist

*) Die Sinterbrücke bei Clermont über den Fluss Tiretanic, von der Qu. Saulse gebaut, ist nach einer Nachricht 30 Ellen lang, 6 dick, 8 breit. (Cf. Faber Hydrograph. Spagyr. II, c. 14 u. Seyfrid Medull. Mirab. Nat. II, c. 13.) Nach einer andern Angabe ist die Dicke (Länge) 49 M., Breite 3—4′ unten, 1′ oben, Höhe 5—6′ stellenweise.

südöstlich vom Fort Diadin zu El Korpou eine 47°5—50° warme Schwefelqu., deren Umgebung von enormen Massen festen Kalksteins gebildet wird, welche die steilen Ufer des Euphrats um 8 M. überragen. Diese Kalk-Ablagerung bildet in der Nähe der Qu. zwei, 300 Meter voneinander gelegene, natürliche Brücken über den Euphrat (Voskoboini-Kow 1829 in *Alberti Halurg. Geol.). Einige Werste (à 1/7 g. Ml.) von Diadin liegt in 1920 M. Höhe ein viel verzweigtes System von Thermen von 50—53°4, die viel kohlens. Kalk absetzen. Umfangreiche Kalk-Bildungen am Muradtschei-Ufer deuten auf eine einst viel grössere Verbreitung solcher Quellen. Der Fluss ist auf eine Strecke von 25—30 Faden durch Travertin überwölbt, unter welchem er wie durch einen stollenartigen Kanal abfliesst. (Abich N. Jahrb. f. Mineral. 1857.) Das W. von Diadin enthält Sulfate, Eisen, Kalk. Nach den vorhandenen Analysen sind verschiedene Qu. mehr oder minder reich an kohlens. Kalk, kohlens. Natron, Kiesels., phosphors. Kalk u. enthalten nur wenig freie CO^2. — Ueber die Qu. der Suannee, die etwa 15 M. in der Breite misst, ist eine natürliche Brücke von 10 M. Breite aus abgesetzter Kalkerde ausgespannt (Shepard).

Ueber die Inca-Brücke hat mir ein Maler, der diese unwirthbaren Gegenden durchreiste, die nachfolgende Beschreibung entworfen.

„El puente del Inca ist eine von der Natur über den Rio de las vacas gebildete Brücke im östlichen Theile der Andes-Gebirge, ungefähr in 33° südl. Breite. Von Mendoza, das im Gebiete der Argentinischen Republik, östlich am Fusse der Andes liegt, führen drei Pässe über dies Gebirg nach Chile; der nördlichste, paso de Uspallata genannt, wird von Reisenden u. Maulthiertreibern am meisten benutzt u. führt dicht an der Inca-Brücke vorüber. Man erreicht dieselbe von Mendoza aus gewöhnlich am dritten Tage der Bergreise u. sie liegt zwischen 6 und 7000′ über Meeresfläche. Eng eingeschlossen von steilen Kalkgebirgen, deren Gipfel mit ewigem Schnee bedeckt, eine Höhe von 12—15000′ erreichen, während der noch weiter westliche Kamm des Hauptgebirges einzelne Bergspitzen von 19 bis 23000′ aufzuweisen hat, scheint selbst die Thalsohle, durch welche sich der Rio de las vacas seinen Weg nach Osten bahnt, der Vegetation so wenig Schutz zu bieten, dass nur kümmerliches niederes Gesträuch u. einige Ericas an den weniger schroffen Abhängen zu finden sind. Der Bergschutt, der sich im Laufe der Zeiten von den steilen Felswänden löste u. in die Tiefe hinabrollte, bildet zu beiden Seiten des engen Thales mehr oder weniger schroffe Abhänge, die nur theilweise mit Gras bewachsen sind. Zwischen diesen sich kreuzenden Abhängen hat der Fluss sich ein Bett gewühlt, das bei grossem Fall u. beträchtlicher Tiefe eine Breite von durchschnittlich 60′ haben mag. Zwischen zwei rechtwinklichen Biegungen, die der Fluss erst zur Rechten, dann zur Linken beschreibt u. deren Entfernung von einander beiläufig 120 Schritt beträgt, sind die beiden senkrechten Ufer brückenartig verbunden durch eine solide Steinmasse, deren untere Schichten aus einer Art von grobem Conglomerat mit Untermischung von grossen Felsstücken, die oberen aus Kalk u. Sinter zu bestehen scheinen. Die dem W. zugekehrte Seite erscheint auffallend regelmässig gewölbt, während die Oberfläche flach u. eben ist mit einer sanften Neigung vom linken nach dem rechten Ufer u. die beiden Seiten senkrechte Wände bilden, so dass das Ganze einer von Menschenhänden gebauten Brücke täuschend ähnlich sieht. Vom rechten Ufer an, welches etwas höher ist, als das linke, erhebt sich das Erdreich allmälig, bis es sich endlich an steile Felsen schmiegt, aus deren Schutt u. Abfall es entstanden ist. Etwa 80 Schritte oberhalb der Brücke finden sich 7 warme Qu., deren abfliessendes W. seinen Lauf gerade auf die Brücke u. deren unmittelbare Umgebung nimmt; dieser ganze Zwischenraum ist von mächtigen Ablagerungen von schwefelgelber u. rother Farbe bedeckt, über welche sich theilweise noch eine weisse Salzkruste hinzieht, welche namentlich die Oberfläche der Brücke grossentheils bedeckt. Das warme W. erreicht noch rauchend das Ufer u. die Brücke u. fällt von beiden senkrecht in den Fluss, der schäumend zwischen weissen Felsblöcken u. den wunderlich gefärbten Ufern dahinbraust. Das Ganze gewährt einen höchst phantastischen Anblick u. gehört zu den merkwürdigsten Punkten in dieser an überraschenden u. abentheuerlichen Formen so reichen Gebirgsgegend."

„Was die Entstehung der Inca-Brücke betrifft, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass, bevor der Fluss sein jetziges Bett inne hatte, der kalkhaltige Abfluss

der warmen Qu. dem tiefer liegenden Gewölbe als Bindemittel diente u. durch Ablagerungen allmälig ebnete; dass in späteren Zeiten der Fluss in seinem bisherigen Lauf durch einen Bergsturz gehemmt, sich eine neue Bahn zu brechen genöthigt war, auf welcher er diese von der Natur geformte Mauer anfangs überfluthete, dann unterwühlte u. im Laufe der Zeiten die Brücke in ihrer jetzigen Gestalt bildete, während dieselbe von den höher liegenden Qu. durch fortgesetzte Ablagerungen noch jetzt immer mehr an Mächtigkeit gewinnt."

„Ich benutzte die Mittagsrast, die hier gemacht wurde, um mich in einigen dieser Qu., die sehr nahe an einander liegen, zu baden u. fand das W. 22—25° R.. Geruch u. Geschmack war weniger schweflich als ich erwartet hatte. Die kleinen ringartigen Bassins, die sich durch den Niederschlag des emporstrudelnden W. rings um die einzelnen Qu. gebildet haben, enthalten Sprudelsteine, ganz ähnlich den Karlsbadern. Ueber den Gehalt des W. weiss ich nichts zu berichten; obwohl diese Qu. den Bewohnern Chile's sowohl wie Mendoza's bekannt sind u. gelegentlich auch als Bäder benutzt werden, so sind diese Fälle doch vereinzelt. Von menschlichen Wohnungen ist hier keine Spur u. ein Kurgast muss nicht nur Zelt u. Bett, sondern auch Lebensmittel mitbringen. — Die nächstliegende Megerez — Uspallata — liegt östlich über 20 Stunden entfernt; in westlicher Richtung den Weg nach Chile verfolgend, findet man auf 50 Stunden keine Wohnung; nach allen andern Himmelsrichtungen fehlt sogar der rauhe Gebirgspfad, der hier quer über die Andes führt u. man könnte nach Norden oder nach Süden Hunderte von Stunden Weges zurücklegen, wenn anders dies nicht eine physische Unmöglichkeit wäre, ohne auch nur eine Spur menschlichen Daseins zu entdecken."

„Während der Sommermonate von Anfangs October bis Ende April bivouakirt man hier freilich ohne allen Nachtheil u. Unannehmlichkeit; die Nächte sind nicht kalt, nur der Morgen frisch; am Tage ist die Hitze oft sehr fühlbar, aber nie beschwerlich, wie dies in allen hochgelegenen Regionen der Fall ist." —

Ausgedehnte Sinterwässer bilden Steindecken. Am Urmia-See in Westasien ist ein petrificirender von Qu. genährter Sumpf, der stellenweise wie eine gefrorene Wasserfläche aussieht. (Ritter Geogr. IX, 849.) Der Teich des lauen kalkreichen Sauerwassers von Tivoli ist oft stellenweise mit mehreren etwa 10′ breiten Inselchen bedeckt, deren Boden aus übersinterten Pflanzenresten bestehen soll u. die mit Gras u. Sträuchen bewachsen sind. Ehemals hatte er sich so übersintert, dass man das W. nicht mehr sah.*) Der kleinere u. seichtere Lago di tartari, dessen stark salziges bitteres W. nicht aufwallt, wie das des tiefen Albula-See's, trocknet im Sommer wohl ganz ein u. lässt dann nur Sinter u. übersinterte Pflanzen erblicken.

Ein Theil der Karlsbader warmen Qu. bricht auf einem Raume von ungefähr 100 Quadratklaftern Wien. Maass absatzweise in Stössen aus einem von braunem Kalksinter uneben kugelig gebildeten Boden hervor. Die Oeffnungen, denen das warme W. jetzt entquillt, sind sämmtlich entweder durch Kunst erhalten, oder anfangs durch Kunst, mit dem Bergbohrer, gemacht, als cylindrische in die Tiefe gehende Röhren von einigen Zoll Durchmesser. Ihre Lage u. Zahl hat sich von Zeit zu Zeit verändert. Sie gehen alle durch eine aus Kalksinter bestehende Decke, Sprudelschale, die nicht überall gleich dick ist, deren Dicke aber ½—2 Ellen beträgt. Unter dieser Decke trifft man auf Höhlen verschiedener Grösse, welche mit heissem W. gefüllt sind. Mehrere Löcher gehen in dieselbe Höhlung oder in verschiedene, aber doch zusammenhängende Höhlen. Einzelne dieser Höhlen müssen aber nur unbedeutende Communicationsöffnungen haben, weil beim Oeffnen gewisser selbst tief gelegener Löcher andere noch sehr viel W. spenden. Berzelius sah dies z. B. beim Oeffnen eines Loches, welches 3′ tiefer lag als andere Oeffnungen, die das W. nur in etwas geringerer Menge als früher gaben, nachdem jenes offen gemacht wurde. Bei frühern Untersuchungen, wo man den Boden solcher Sinter-

---

*) Sexcentis iam elapsis annis, cum istae aquae . . . . . . destitutae essent, (aucto ab eis undique marmore ac oppleto tractu temporis in Anienem usque meatu) totam planiciem quatuor milliariorum ambitu occupaverant, ac ita alto intexerant marmore, ut vix aliquo nomine essent superstites. (Baccius l. V.)

Höhlungen durchbrach, kam man auf ein tieferes Wasserbehältniss, welches ebenfalls einen aus Sinter gebildeten Boden hatte, nach dessen Durchbruch eine dritte grosse Höhlung mit heissem W. aufgeschlossen wurde, welche nach einer Seite hin mehr als dreissig Klafter Länge hatte, also entweder einen Teich oder ein in die Länge gezogenes Wasserbecken darstellte.

Die Gelehrten sind über die Bildung der Sprudelschale nicht so einig, wie man erwarten möchte. Nöggerath suchte auf der Naturforscher-Versammlung von 1862 den Beweis zu liefern, dass sie nicht wie eine Eisdecke über einer fluthenden Wasserfläche entstanden sein könne, sondern, dass das Sediment auf einer festen Grundlage sich habe ansetzen müssen; die Schale könne nur auf dem Grunde eines ziemlich tiefen u. ausgedehnten See's entstanden sein, welcher nach u. nach abgeflossen sei, als später die Erosion durch den Eindruck des strömenden Flusses das Thal mehr u. mehr vertiefte. Erdmann fand die Bildung der Sprudelschale auch ohne Annahme eines Sees begreiflich. Vgl. Taf. V.

Ueber die Sprudel-Ausbrüche werden wir im physikalischen Abschnitte sprechen. Um diese an unliebsamen Stellen geschehenden Ausbrüchen zu vermeiden, werden die bestehenden Löcher jährlich ausgebohrt. Nach Becher räumte man ehemals jedes Jahr über 12 Zentner Sinter aus.

Die Consistenz u. das Gefüge der Sinterungen ist sehr verschieden. Zu Montirone ist der Sinter eines Aquädukts marmorhart, wie auch derjenige der Piscina mirabilis bei Bajä ist. (Cf. S. 370.) Auch die Sinter von Tivoli sind sehr hart, obwohl sie fast nur aus kohlens. Kalk bestehen. Ein Steinsinter, der sich bei der Judäas-Höhle nächst der Brücke zu Talequelas beim Schlosse Garcimagnoz in Spanien gebildet hat, ist fast nicht zu brechen. (Ant. de Torquemada Hexamer. coll. 2.) Zu Aachen u. Burtscheid bilden sich sehr feste Sinter, unter Umständen aber auch sehr lockere.

Becher beschreibt umständlich die verschiedenen Abarten des Karlsbader Sinters. Als Regel gibt er an, dass der Sinter fest u. dunkel wird, wenn das W. auf einen Körper fällt, spritzt oder daran mit Druck (z. B. in den Ständern) oder in schnellem Laufe (z. B. am Abflusse des Sprudels) vorbeigeht, dagegen, wo das W. stille steht (z. B. in den Abdampfschalen) oder ruhig läuft, sich ein mürber Sinter bildet u. dass der Sinter, wo der Luftzutritt gehemmt ist, weiss bleibt.

„Der Sprudelstein ist eine faserige, krystallinische Art von Kalkstein, an dem sich gar keine Spuren von blätterigem Gefüge finden. Die Farbe ist theils weiss, theils braun, theils abwechselnd mit braunen u. weissen Rändern." „Er ist marmorhart, polirbar, u. kommt stets in abwechselnden Lagen u. parallelen Streifen vor, in allerlei Schattirungen, vom Pechschwarzen durch Braun, Gelb, Grau, Lilla oder Fleischfarbe ins Weisse, am seltensten mit Blau, nie grün gestreift. Aus der untersten Sprudelschale ausgebrochene Stücke waren ganz weiss oder mit blassrothen Flecken schattirt, u. glichen im Aeussern Chalcedon." (Gilbert. Vgl. Becher.) „Der braune enthält eine bedeutend grössere Menge Eisenoxyd als der weisse, welcher zuweilen ganz frei davon ist. Diese Ungleichheit setzt voraus, dass entweder eine Verschiedenheit im Eisengehalte des W. statt findet, oder dass zuweilen die atmosphärische Luft einen grössern u. freiern Zutritt als zu andern Zeiten hat. . . . Die Sprudelsteine weichen ferner in ihrem Gefüge von einander ab; ich fand sie bald ausgezeichnet faserig, bald dicht oder wenig faserig; einige von den letztern waren an den Kanten durchscheinend, andere weiss u. uneben, dem Magnesit oder Gurofian ähnlich." Berzelius.

Die grosse Fähigkeit Politur anzunehmen schreibt Gräfe wohl mit Unrecht einer verhältnissmässig beträchtlichen beigegebenen Menge von Kieselerde zu. Sie ist wohl eher dem Fluorcalcium zuzuschreiben. Keine der analogen Ablagerungen, die er von Gurgitello, Pisa, Abano, Battaglia, Montegrotto u. Acqui mitbrachte u. die insgesammt weniger dicht u. fest erschienen, nahm den schönen Spiegelglanz an, welcher den Sprudelstein auszeichnet.

Im Sinter sind zwischen den Krystallen des Arragonits schwarze Körner u. Fäden (Eisenoxydhydrat) eingelegt; er enthält kein Eisenoxydul. Kohlens. Eisenoxydul kann sich in Form des Arragonits wohl nur unter ungewöhnlichen Verhältnissen bilden. Es kommen aber auch zu Karlsbad nicht selten Sinter vor, die nur

oder vorzugsweise aus Kalkspath bestehen. Vgl. G. Rose Die heteromorphen Zustände der kohlens. Kalkerde 1856 u. die 3. Tafel. über Sprudelstein: Wittstein's Vierteljahrsschr. IV, H. 2 (Arch. d. Pharm. LXXXIV, 2). Die Analysen s. unten.

Der natürliche kohlens. Kalk tritt sowohl in Rhomboëdern als Kalkspath auf, wie in rhombischen Säulen als Arragonit. Auch die künstlich dargestellten Krystalle zeigen je nach Umständen die Formen des Kalkspaths oder des Arragonits. Der schneeweisse Sinter von Meskoutine ist ein Gemenge von Arragonit u. Kalkspath; der eisenreiche Wiesbadener Sinter ist ebenfalls ein solches Gemenge; der mit dem Karlsbader sehr übereinkommende Sinter aus den heissen Qu. von Aedepsos zeigt bei 365maliger Vergrösserung nach Rose die auf Taf. 1 Fig. 3 abgebildeten Krystalle. (a ist weisser, b mit Eisenoxydhydrat-Fäden vermischter Sinter.) Der Sinter des Soolsprudels von Nauheim zeigt rhomboëdrische Form. Bouquet gibt vom rocher des Célestins zu Vichy folgende Beschreibung: „Aragonite fibreuse, passant à la variété bacillaire; structure testacée avec des surfaces de jonction mamelonnées et tuberculeuses; éclat vitreux parallèlement et éclat gras perpendiculairement aux fibres.“ Ein Theil der Burtscheider Sinter ist Kalkspath.

Beim Verdunsten der Lösung von doppelt-kohlens. Kalk in kohlens. W. setzen sich Krystalle von kohlens. Kalk mit 5 Mischungsgewichten *HO* ab. Hiller Chem. 1861.

Scheerer fand auf dem Boden eines Baches viele wasserhelle Krystalle, die aus nicht ganz reinem wasserhaltigem kohlensaurem Kalke bestanden, aber einige Wochen später bei wärmerem Wetter nicht mehr zu finden waren. (Poggendorfs Ann. LXVIII.)

Es erübrigt noch einige Analysen von Kalksintern anzuführen, um die mannigfaltige Zusammensetzung dieser Gebilde zu zeigen.

Der Sinter einer römischen W.-Leitung enthielt nach Bischof: kohlens. Kalk 99,35 %, kohlens. Magn. 1,2, Eisenoxyd 0,13; vielleicht auch etwas Kieselsäure.

Karlsbader Sprudelstein enthält % von:	nach Ragsky	nach Berzelius		
		I aus dem Zinnkessel	II braun.	III weiss, dicht.
Kohlens. Kalk	96,82	96,47	97,	
Fluorcalcium	,97	,99	,69	,47
Phosphors. Kalk	,05	,06	,32 (zusammen mit Kohlens. Strontian und Phosphors. Thonerde)	,07
Kohlens. Strontian	,26	,3		
Phosphors. Thonerde	,13	,1		
Eisenoxyd	,41	,43	,59	,06
Wasser	1,3	1,59 [1])	1,4	

[1]) Noch Eisenoxyd 0,06 u. Mangan eine Spur, in III Kali. Nach neuern Untersuchungen 0,676 arsenigs. Eisen.

An einer Stelle, wo W. u. Gas abwechselnd aus einem Loche der Sprudelschale ausgestossen wurde, hatte sich ein an Eisenoxydul reicher dichter Sinterstein gebildet. Er bestand aus kohlens. Kalk 43,2 (nach Rose wohl als Kalkspath zu nehmen), Eisenoxyd 19,35, kohlens. Eisenoxydul 12,13, bas. phosphors. Eisenoxyd 1,77, phosphors. Thonerde 0,6, Kiesels. 3,95, W. 9. (Berzelius.)

Die weissen Inkrustationen von Gimeaux bestehen nach Lefort aus:

Kohlens. Kalk	89,96	Noch Spuren von Chlor, Kiesels. u. Thonerde.
„ Magnesia	,16	
„ Strontian	,03	
Schwefels. Kalk	,02	
Eisenoxyd	,02	
Wasser	9,78.	

Absatz von Hammam-Mescoutine nach O. Henry:

Kohlens. Kalk u. Magn.	95,31
„ Strontian	,24
Eisenoxyd	,65
Quellsaures Eisen u. Kalk	2,6[1])
Wasser	1,3[2]).

[1]) Auch Quellsäure.
[2]) Noch Spuren von Fluor, Arsen, Kieselsäure, Phosphors., Mang., Thonerde.

Der Absatz von Steamboat Spring (I) u. der des Pikes Peak (II), amerikanischer Sauerwässer:

	I	II
Kohlens. Kalk	92,53	92,25
„ Magnesia	,42	1,21
Eisenoxyd	1,05	
Lösliche Salze		,23 [2])
Kieselsäure	5,98[1])	1,5.

[1]) Incl. Thonerde, W. u. Verlust.
[2]) Schwefels. Kalk u. Erdchlorid; Organisches 0,2, Verlust 4,61.

Ems. I Kanalsinter des Kesselbrunnens nach L. Gmelin (Poggendorf's Annal. 37. B., 201), II Sinter des Kesselbrunnens nach Jung, III Sinter des Fürstenbrunns nach Jung (*Kurorte 1839, 238), IV weissgrauer Niederschlag des Krähnchens nach Jung, V Emser Sinter nach Terreil.

	I	II	III	IV	V
Kohlens. Kalk	92,16	93,08	90,1	93,08	88,58
„ Magn.	6,18	4,348	3,64	4,348	4,35
„ Strontian	,08	,04	,04	,04	
Eisenoxyd	1,8	1,81	4,37	1,81	,84
Manganoxyd	,26	,786	1,15	,136	
Phosphors. Thonerde	,04	,03	,06		
Unlösliches		,54	,63		2,66 [3])
Beimengungen	,42				
Lösliche Salze	[1])	,06 [2])	,04		,6.

[1]) Spur Natronsalze u. Fluor. [2]) Spur Fluor. Nach Kastner, der 91 Proc. kohlens. Kalk antraf, auch noch Spuren von Kali, Lith., Baryt. [3]) Kiesel- u. Thonerde. Noch 2,91 Wasser. Im erkalteten W. setzt sich ab: kohlens. Magn. 4,28, kohlens. Kalk 92,15, Kiesels., Thonerde u. Eisenoxyd 1,04, Kochsalz etc. 0,51, Wasser 2.

Kalksinter des Kesselbrunnens nach Fresenius. Vgl. noch Annal. d'hydrol. V, 359.

Kohlens. Kalk	92,3
„ Magn.	7,
„ Stront.	,0082
„ Baryt	,148
Eisenoxyd	,143.

Bouquet hat eine Reihe von Sintern analysirt, die sich an den Thermen von Vichy, theils unterhalb der Erde (I), theils oberhalb des Ursprungs (II) gebildet haben, u. zwar von den Quellen 1. Grande Grille, 2. Carré, 3. Lucas, 4. Célestins, 5. Carré, 6. Chomel, 7. Hôpital, 8. Lucas; letzterer Absatz war schlammartig.

	I				II			
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Kalk	44,9	50,1	45,3	50,98	49,	48,82	48,4	49,
Magnesia	3,32	2,86	2,92	3,06	2,92	3,56	3,7	3,6
Eisenoxyd	1,84	1,28	1,3	,98	1,5	,8	,7	,2
Manganoxydul	,18	,1	,24	,28	,22	,2	,12	,1
Kohlens. Strontian	,4	,36	,28	,22	1,02	1,08	,88	1,1
Arsensäure	1,1	Spur	,02	Spur	1,16	,24	,34	Spur
Schwefelsäure					,36	,28	,48	,1
Sand etc. [1])	5,12	1,	9,86	,6	1,	,26	,3	,7
Wasser, CO^2 [2])	41,94	43,9	39,28	43,46	42,5	43,8	44,1	44,88

[1]) Incl. Kiesels. u. Thonerde, die bei 1. betrugen: jene 1,1, diese 0,3. Bei 4. war 0,6 Thonerde. [2]) Ueberhaupt Verlust durch Calcination.

In 1., 2., 5. u. 8. wurden Spuren organischer Substanz, in allen Phosphorsäure spurweise angetroffen.

Auch die Wiesbadener Thermen sintern; schon Plinius sagt von ihnen: „Circa margines pumicem faciunt aquae." Nach 2 Analysen war der Sinter zusammengesetzt aus:

Kohlens. Kalk	90,74	94,34
„ Magnes.	,497	,676
Eisenoxyd	4,884	2,222
Arsensäure	,121	,05
Kieselsäure	1,171	,453 etc..

Eine ältere Analyse von Jung ergab nur 60 % kohlens. Kalk, 14,55 Kiesels., 15 Gyps, 7,2 Thonerde. Der Wiesbadener Sinter ist braunroth von seinem Gehalte an Eisenoxyd.

Teplitz. Der feste Sinter I, u. der aus den Leitungen II nach Ficinus; III Sinter nach Trommsdorff.

	I	II	III	
Kohlens. Kalk	93,	71,	98,3	
„ Magn.	1,6	7,7		
„ Stront.	,4	14,		
„ Eisenoxydul	2,2	,3	[,56 [1])	[1]) Eisen-Oxydul.
„ Mangan	,9	2,	[,54 [2])	[2]) Mangan-Oxyd.
Kieselsäure		2,	,4	
Quellsäure	1,1	3,		

Ein Theil des Teplitzer Wassers, der einer Kalkschicht entströmt, bildet einen bedeutenden krystallinischen Niederschlag in den Röhren, weshalb sie alle 3 Jahre erneuert werden müssen.

Chaudes-aigues. Inkrustationen nach Blondeau.

	1.	2.	
Kohlens. Kalk	89,2	78,3	Spuren Schwefelarsen in 1.
„ Magn.	5,4	13,2	u. in 2. auch Arsen.
Eisenoxyd	1,4	3,3	
Thonerde	2,7	3,	
Kieselsäure	1,3	2,2.	

Erlenbad nach Bunsen.

Kohlens. Kalk	89,024
„ Magnesia	,696
Eisenoxyd	2,751
Kohlens. Mang.-Oxydul	,237
Arsenige Säure	,005
Phosphors.	,053
Kieselsäure	3,979
Organisches	2,32
Wasser	2,632.

Absatz des M.W. von Ponte Sodo bei Veïes nach Commaille.

Kalk	44,715	
Magnes.	,805	(für 1,69 kohlens. Magn.)
Thon., Eis., Mang.	,94	
Schwefels.	,685	(für 1,164 schwefels. Kalk)
Kohlens.	35,457	
Kiesels.	,19	
Quells., W., Verlust	13,698	
Sand u. Thon	3,315.	

Acqua acetosa bei Rom nach Commaille 1859.

Lithion	,015	Spuren von Kobalt,
Magnesia	,4	nicht von Arsen,
Kalk	52,	auch nicht von SO^3.
Eisenoxyd	3,56	
Manganoxyd	,34	

Thonerde	2.28
Kohlensäure	41.32
Kieselsäure	,61.

St. Allyre nach Girardin. I Uralter, II Neuer Sinter.

	I	II	
Schwefels. Kalk	5,382	8,2	Beide Sinter enthalten also viel Magnesia, Eisen, Thonerde, Kieselsäure.
Kohlens. Kalk	40,224	24,4	
„ Magnesia	26,86	28.8	
„ Strontian	,043	,2	
Eisenoxyd	6,2	18.4	
Quellsaures Eisen	5,	5,	
Phosphors. Mangan	,4	,8	
„ Thonerde	4,096	6,12	
Kieselsäure	9,78	5,2	
Organisches	1,2	,4	
Wasser etc.	,815	2,48.	

Der Gehalt der Sinter an Arsen, Antimon, Strontian, salpeteriger Säure etc. ist in den betreffenden §§. besprochen worden; über die an Eisen oder Mangan reichen Sinter s. §. Eisen u. Mangan; die Minima von andern Metallen, die in den Kalksintern vorkommen, werden noch erwähnt werden.

Die Kalkabsätze kommen oft durch Mitwirkung pflanzlicher oder thierischer Organismen zu Stande, wie wir später hören werden.

In den vielfach zersplitterten Kalkschichten des schweizerischen Juras kann man kaum einen Kubikfuss Masse finden, der nicht von feineren oder gröberen Rissen durchzogen wäre, die nachträglich wieder durch Kalkspath ausgefüllt sind. Vogt Geol. II.

Der Kalk als Kalkspath oder als körniger, faseriger oder dichter Kalkstein ist bei weitem das häufigste Material der Versteinerung u. Abformung. Der in den Korallen u. Conchylien ursprünglich in Form von Arragonit angehäufte kohlens. Kalk hat später eine Umkrystallisirung zu Kalkspath erfahren. Aber auch Pflanzenreste, zumal Hölzer sind nicht selten durch kohlens. Kalk petrificirt oder abgeformt worden.

Versteinerungen in Kalkspath fand Haidinger unter einem basaltischen Tufflager bei Karlsbad; der kohlens. Kalk des Basaltes hat das Versteinerungsmaterial abgegeben.

§. 192. Magnesium, *Mg*. Kohlensaure Magnesia, $MgO\ CO^2$.

Magnesium (oder Magnium), dessen Aequivalent 12 ist, wird in den Mineralwässern häufig mit Chlor, Jod, Brom, Schwefel etc. verbunden gedacht (cf. §. 125, 130, 131), häufig auch mit Sauerstoff als Magnesia (Talkerde) in Verbindung mit irgend einer Säure gebracht, z. B. mit CO^2, SO^3, NO^5. Bei dieser Combination ist viel der Willkür anheimgestellt; während der Eine z. B. Chlormagnesium bildet, glaubt der Andere, dass schwefels. Magnesia vorhanden sei. Namentlich wird oft kohlens. Magnesia angenommen, wo man die CO^2 noch mit Kalk verbunden denken könnte. Cf. S. 17.

Das Vorkommen der Magnesium-Salze ist so allgemein, dass das W. sie fast überall findet; namentlich ist es die kieselsaure u. kohlens. Magnesia, die als Mineral besonders verbreitet ist, letztere oft mit kohlens. Kalk verbunden als Dolomit. Dolomit enthält in seiner regelmässigen Zusammensetzung gleiche Aequivalente Kalk-Carbonat u. Magnesia-Carbonat oder auf 1 Th.

kohlens. Kalk 0,84 kohlens. Magnesia, abgesehen von den Eisen- u. Mangan-Beimengungen. Feldspathgesteine verschiedener Art enthalten kohlens. Magnesia in wechselnden Mengen. Labrador enthält namentlich viel Magnesia. H. Ludwig hat auf den Reichthum der Mergel u. Letten an Magnesia aufmerksam gemacht. Es enthält z. B. ein Bittersalz führender dolomitischer Gypsmergel von den Teufelslöchern bei Jena 10,76 % Magnesia, aber sehr wenig Kalk, ein dolomitischer blauer Mergel 10,75 % kohlens. Magnesia, ein dortiger rother Ziegelthon nur 2,32 % kohlens. Magnesia. Der Lehm enthält dagegen nur Spuren Talkerde. Struve hatte im geschlemmten Mergel von Saidschütz sogar 13,5 % Magnesia gefunden.

Löslichkeit. Chlor-, Brom-, Jod-, Schwefel-Magnesium sind leicht lösliche Salze.*) Ueber die Löslichkeit der schwefels. Magnesia wird im nächsten §. gesprochen. Ueber kiesels. Magnesia s. S. 157, 318, 320. Kohlensaure Magnesia wird nach Wigger's Versuchen vom W. soviel gelöst, dass die Lösung auf Lakmus, aber nicht auf Curcuma alkalisch reagirt u. auf Reagentien schwache Trübungen gibt. Nach Bineau lösen sich 0,75 (oder 1?) Z.T. kohlens. Magn. (0,6 Magnesia alba) in kaltem oder siedendem W.; nach Fresenius sind dies aber 4 Z.T. für kaltes W., 1,11 Z.T. für kochendes. Auch wird die Löslichkeit durch gewisse Salze erhöht; z. B. nach Wiggers in etwa durch kohlens. Natron. W. mit schwefels. Natron gibt eine stark alkalische Flüssigkeit; ähnlich verhielt sich Chlornatrium. In beiden Fällen findet wohl eine gegenseitige Zersetzung statt. Mit diesen beiden Salzen konnte auch Dolomit gelöst werden. Dass Chlornatrium die Löslichkeit der kohlens. Magnesia erhöhe, sagt auch Schweinsberg (*Soden, 1831). Nach Vogel wirkt Salmiak lösend. Vgl. S. 139. Die kohlens. Magnesia wird aber durch den Zutritt von CO^2 als Bicarbonat leicht löslich. Wenn Bineau durch Magnesia-Bicarbonat in W. mehrere Tage CO^2 durchleitete, so kamen 112 Z.T. Talkerde in Lösung. Mohr fand in Magnesia-W. aus der Struve'schen Trinkanstalt u. in eigens bereitetem 70 Z.T. Talkerde, also 147 kohlens. Magnesia. Bischof rührte chemisch reine Magnesia in W. ein u. liess dann 24 Stunden lang CO^2 durchstreichen, wonach er dann 13,37—13,56 Z.T. kohlens. Magn. in Lösung hatte, was aber offenbar noch lange nicht das Maximum ist. Die Menge der gelösten Magnesia wechselt übrigens sehr nach der Länge der Zeit, welche das kohlens. W. mit der Magnesia in Berührung bleibt. *Bischof Geol. II, 1127. Wenn eine kleine Menge Magn. mit CO^2 gelöst ist, so fragt es sich, ob die Lösung jener als Bi- oder als Sesqui-Carbonat stattfindet. Nach Bineau bleibt beim Verdunsten jener gesättigten kohlensauren Lösung von Magnesia 1,08 Z.T. Talkerde mit $1^1/_2$ Aequ. CO^2 gelöst; schwächere Lösungen behielten beim Verdunsten mehr Talkerde, oft bis 1,7 Z.T., die sich später aber theilweise ausschied. Auch Bischof wollte in einem von ihm gemachten Versuche den Beweis finden, dass kohlens. Magn. sich als Sesquicarbonat löse; der Versuch,

*) Magnesia löst sich nach Fyfe bei 15°5 zu 1,63 (0,163?) Z.T., noch leichter jedoch bei Gegenwart von schwefels. Magnesia. Nach Bineau ist die Löslichkeit aber nur zu 0,1—0,2 Z.T., nach Fresenius genauer zu 0,181 Z.T. anzuschlagen.

bei dem das W. bis zum Sieden erhitzt wurde, ehe sich Trübung zeigte, kann nur für heisses W. gelten. Auch scheint mir, dass man dabei die Menge des in W. für sich ohne CO^2 löslichen kohlens. Erdsalzes nicht unberücksichtigt lassen darf u. diese von der ganzen gelösten Menge abgezogen werden muss, um das Quantum des durch CO^2 Gelösten zu erfahren. Wenn Bischof nun in 822 Th. siedenden W. 0,353 $Mg\,CO^2$ u. 0,135 (freier) zweit-atomiger CO^2 fand, so ist von jenen 0,353 abzuziehen 0,091, weil so viel schon für sich in 822 Th. W. bei 100^0 gelöst bleiben kann; bleiben demnach 0,262 $Mg\,CO^2$, worin ungefähr so viel CO^2 wie auch als frei aufgeführt wird. Die kohlens. Magn. war also einestheils ohne Hülfe der CO^2, anderentheils aber als Bicarbonat gelöst.

Nach Vogel lässt sich 0,16 Z.T. Magn. noch direkt mit Reagentien nachweisen.

Magnesia in den Wässern. Schon im Regen trifft man Magnesia spurweise an (§. 79). In den Flusswässern ist gewöhnlich weniger Magn. als Kalk; in einigen Flusswässern des Gironde-Departements soll sie fehlen (S. 125); nach Maumené sollte die Vesle ganz ohne Magn. sein, Grange fand aber Minima, wie auch Boussingault zu Zeiten in der Rhone. Beim Rachelsee finde ich den Mangel an Magn. bemerkenswerth. Süsswasser-Thermen haben, wie aus den obigen Tabellen zu sehen ist, meistens weniger Magn. als Kalk, was auch bei den meisten M.Wässern der Fall ist.

Wenige M.W. enthalten mehr Magn. als wie im Zustande des Carbonates gelöst sein könnte. In den W. mit kohlens. Natron (in denen man keine schwefels. Magn. u. kein Chlormagnesium anzunehmen pflegt) bleibt alle CO^2, die nicht für Eisenoxydul u. Kalkerde reservirt wird, für die Magn. zur Disposition. Gleichwohl erreicht die kohlens. Magn. in diesen alkalischen Wässern selten eine bedeutende Höhe. Unter vielen M.W.-Analysen fand Bischof nur wenige W., die sich dem von ihm gefundenen Löslichkeits-Maximum der kohlens. Magn. (13,5) näherten u. in den Säuerlingen des Departements Puy de Dôme betrug die kohlens. Magn. nach *Nivet (Etudes sur les eaux min.) höchstens 6,1. Bouquet traf in den Sauerwässern des Vichyer Beckens höchstens 3,72 kohlens. Magnesia. Wenige M.W. überschreiten $^5/_{10000}$, z. B. hat Borszek 7,07, Tarasp bis 7,2, Tatzmannsdorf bis 7,4, Wildungen bis 7,4, Tönnistein 8,2—9,36 (nach alter Analyse), Bassen 9,68, Heilbrunn im Brohler Thale 10,9—11,6. Jaroslau in Galizien soll in 20 f. G. 13 kohlens. Magn. haben. Bei diesen quantitativen Bestimmungen ist aber zu merken, dass die alten Analysen etwas unzuverlässig sind.

Meerwasser des Kanals enthielt neben 0,74 kohlens. Kalk, 0,216 kohlens. Magn. mit 1 Z.T. freier CO^2, die ausgereicht haben würde, mehr als das Doppelte dieser Erdsalze als Bicarbonate zu lösen.

Die Gegenwart der kohlens. Magn. in den Wässern erklärt sich aus der Anwesenheit derselben in den Gesteinen, woraus das W. sie aufnehmen kann, besonders wenn CO^2 die Zersetzung der Gesteine befördert. Struve bestätigte die Auflösung dieses Erdsalzes durch den Versuch. Nicht blos Püllnaer Lehm gab an W. kohlens. Magn. ab, sondern Struve erhielt durch Auslaugung mit kohlens. W. aus den Klingsteinen bis 3,1, aus Basalten

0,9—3,38 Z.T. gelöst; ja ein Basalt, der mehrere Wochen kohlensaurem W. ausgesetzt war, brachte 6,18—8,89 Z.T. in Lösung.

Wenn auch aus einem Gemenge von kohlens. Magn. u. kohlensaurem Kalk kohlensaures W. mehr von jener als von diesem löst, wie auch überhaupt jenes Carbonat mehr löslich als dieses ist, so tritt doch bei der Auflösung des Dolomites der umgekehrte Fall ein, so dass Quell- u. Regen-W. oft nur Kalk ausziehen. Kalksteine, die selbst 11 % kohlens. Magn. enthalten, gaben zuweilen an kohlens. W. in 24 Stunden nur eine Spur Magn. ab, während aber 3—4,8 kohlens. Kalk gelöst wurden.

Das mit Kalkspath nur etwa 2 St. in Berührung gelassene W. trübt sich stark durch oxalsaures Kali, während das mit Bitterspath selbst 14 Tage lang gestandene, an CO^2 gleich starke W., gleichwie gegen oxalsaures Kali, so auch gegen phosphors. Natron-Ammoniak durchaus keine Reaktion gibt. So besteht auch der Tropfstein mehrerer Höhlen des Magnesiakalksteines nur aus kohlens. Kalk. Der eisenfreie Dolomit ist ausgezeichnet durch Unverwüstlichkeit, durch die Kraft, womit er den Atmosphärilien widersteht, wovon Schroffheit u. Unfruchtbarkeit seiner Gehänge u. die Brauchbarkeit dieses Gesteins zu Bildwerken nothwendige Folgen sind. Eisengehalt macht ihn verwitterbar. (Vgl. Suckow, Verwitterung 1848.) Vgl. weiter unten.

Diese geringere Tendenz zur Lösung der kohlens. Magn. gegen den kohlens. Kalk mag es in etwa erklären, dass viele Sauerwässer sehr wenig Magn. enthalten.

Trotz des höhern Löslichkeitsgrades der kohlens. Magn. gegen den kohlens. Kalk mit u. ohne Beihülfe der CO^2 scheidet Magn. unter Umständen leichter aus dem W. aus als der Kalk. *)

Absätze von kohlens. Magnesia. Aus concentrirter Lösung von kohlens. Magn. in kohlens. W. setzen sich Magnesia-Krystalle ab (Fritzsche in *Arch. d. Pharm. 1836), u. wird eine solche Lösung der Verdunstung ausgesetzt, so schiesst wasserfreies Carbonat aus. Lässt die Lösung bei gewöhnlicher Temperatur ihre Kohlens. fahren, so krystallisirt neutrales Salz mit einigen Mischungsgewichten Krystallwasser aus. Bei M.W. möchte eine Verdunstung, wodurch die kohlens. Magn. die Grenze der Löslichkeit erreichen würde, höchst selten vorkommen, wie auch Trübung eines M.W. durch kohlens. Magn. beim Stehen an der Luft fast unbekannt ist. Beim Heilbrunn soll eine derartige geringe Trübung an der Luft eintreten. Auch sind vorzugsweise aus kohlens. Magn. bestehende Absätze aus M.Qu. sehr selten. Solche sollen an der Qu. von Torre del Annunziata vorkommen. In den Absätzen, die vorzüglich aus Eisenoxyd oder aus kohlens. Kalk bestehen, finden sich selten einige Prozente kohlensaurer Magnesia. Abgesehen von der Löslichkeit der kohlens. Magnesia in Kohlensäure-freiem W., mag auch zu dieser Geringfügigkeit der kohlens. Magn. der Umstand beitragen, dass ihre Menge meistens gegen die des kohlens. Kalkes zurücksteht. In einem Sinter von St. Allyre waren auf 28,8 kohlens. Magn. 24,4 kohlens. Kalk. Auch die

*) Eine von Niepce untersuchte Qu. Sardiniens setzte auf einem Laufe von 800 Metern etwa ²/₃ des ursprünglichen Gehaltes an kohlens. Kalk (12,4) ab; von dem weit geringern Antheile kohlens. Magn. waren schon ³/₄ verschwunden. Im untersuchten Quellabsatze wurde freilich nur wenig Magn. gefunden.

Sinter von Ems enthalten relativ viel kohlens. Magnesia. Die Emser Qu. enthalten in Lösung etwa gleiche Mischungsgewichte kohlensaure Magnesia u. kohlens. Kalk; denn, wenn man die Zahlen der Analysen, welche Fresenius von 4 Qu. mitgetheilt hat, summirt, so bekommt man ein Verhältniss von 42 : 51,51, was den Mischungsgewichten beider Salze (42 : 50) entspricht. Die kohlens. Magn. macht übrigens im Emser W. nur ein Geringes aus, etwa 1,3 Z.T.. Im W. von Chaudes-Aigues, das auch relativ ziemlich viel kohlens. Magn. absetzt, steht sie, was die im W. gelösten Mengen betrifft, sehr gegen den kohlens. Kalk zurück.

Im Meerwasser befindet sich im Verhältniss zu der leichten Löslichkeit der Magnesiasalze relativ nur wenig Magnesia. „Es ist demnach wahrscheinlich, dass die Magnesia wesentlich zur Bildung kalkhaltiger Mineralien u. namentlich zur Bildung von Magnesiasilicaten verbraucht wird, welche sehr weit verbreitet sind u. deren ungemeine Verbreitung nicht mehr auffallen kann, wenn man bedenkt, dass die von dem Rhein ausgeführte Magnesia, wenn sie sich mit Kieselerde zu Speckstein verbände, in einem Jahre eine Schicht von 3882 Fuss Länge u. Breite u. einem Fuss Dicke bilden würde. Es wird aus diesem Verhältnisse begreiflich, wie namentlich die Umsetzungen krystallinischer silicathaltiger Gesteine so ausserordentlich häufig durch die Ausbildung von Talk, Glimmer u. ähnlichen magnesiahaltigen Silicaten sich kund geben, u. wie der Speckstein eine derjenigen Substanzen ist, welche die häufigsten Pseudomorphosen des Mineralreichs hervorbringt.“ Cf. Vogt Geol. II, 1854, 310. Diese Umwandlung findet thatsächlich statt. — „In einer Eisensteingrube bei Arendal in Norwegen hat man eine Zersetzungsweise des Feldspathes beobachtet, welche vieles Licht auf die Umwandlungsprocesse im Inneren der Gesteinsmassen wirft. Eine Grubenwand, welche W. durchsickern lässt, die etwa 600 Fuss tief sinken, ist fast nur aus Feldspath gebildet, hinter welchem eine Art Porphyr sich findet, der viele Magnesia enthält u. offenbar durch die Sickerwässer, welche von ihm aus in den Feldspath dringen, zersetzt ist. Der Feldspath ist sehr verändert, theils zu einer specksteinähnlichen Masse, u. auf seiner Oberfläche sowie in seinen Spalten zeigt sich ein neu gebildetes Mineral, welches hauptsächlich aus einem Magnesiasilicate besteht, zu welchem noch Thonerde u. Eisen kommen. Offenbar haben hier die mit Magnesiasilicat beladenen Gewässer den Feldspath nach u. nach zersetzt u. seine Stelle eingenommen, u. bei unendlich langer Fortdauer des Processes würde nach u. nach die ganze Grube mit Magnesia-Silicat ausgefüllt werden u. der Feldspath gänzlich verloren gehen. Da man nun gerade Magnesiasilicate, wie Speckstein, Talk, Chlorit, als Verdrängungs-Pseudomorphosen nach Feldspath kennt, so hat man hier in Arendal den Process in voller Thätigkeit belauschen können, durch welchen die Umsetzung bewirkt wird. Vergessen dürfen wir auch nicht, dass nichts häufiger ist, als der Uebergang granitischer u. gneissiger Gesteine in talk- u. magnesiahaltige, u. dass diese Uebergänge sich da besonders häufig beobachten lassen, wo in den Centralkernen selbst solche Gesteine vorkommen, die viel Magnesia enthalten, wie z. B. in der Umgebung der Kette des Monte Rosa, wo mit dem Auftreten der Serpentingesteine im Centralkerne zugleich ausgedehnte schiefrige Talkgesteine verbunden sind.“ (Naumann.)

Die bekannteste Niederlage für die Magnesiasalze bilden aber die Kalksteine. „Da kohlens. Kalk u. kohlens. Magnesia isomorph sind, so könnten sich beide in sehr verschiedenen Grenzen zu krystallisirten Doppelsalzen vereinigen. Indessen findet man in der Natur hauptsächlich nur zwei Verhältnisse, nämlich den ächten Dolomit, ein Doppelsalz von einem Atom kohlensauren Kalkes mit einem Atom kohlensaurer Magnesia ... u. ein anderes Doppelsalz aus 3 Atomen Kalk u. 2 Atomen Magnesia .... Das krystallisirte Doppelsalz des Dolomits ist bei Weitem schwerer löslich, als jeder seiner Bestandtheile für sich genommen. Man weiss das schon daraus, dass der Dolomit nur sehr wenig mit Säuren braust u. sich nur äusserst langsam auflöst. *) Eine natürliche Folge dieses Verhältnisses ist, dass kohlens. W., welches

*) Dolomite, die viel Kalkspath enthalten, lösen sich leichter auf (V. Monheim).

durch dolomitische Kalksteine sickert, nur kohlens. Kalk aus diesen auflöst u. den Dolomit zurücklässt. Aus derselben Schwerlöslichkeit des Doppelsalzes u. aus der Neigung zur Doppelsalzbildung zwischen beiden Erden wird auch die Entstehung des Doppelsalzes selbst u. die Ersetzung von Kalk durch Magnesia möglich, obgleich letztere im Sickerwasser löslicher ist, als dieser. Im Allgemeinen gilt der Satz, dass der schwerer lösliche Körper den leichtlöslichen aus einer Verbindung austreibt, u. bei gewöhnlichen Verhältnissen würde deshalb die Magnesia durch den Kalk ausgetrieben werden. Hier aber ist es nicht sowohl die Magnesia, sondern vielmehr das schwerer lösliche Magnesia-Kalksalz, das, während es sich bildet, den überschüssigen leichter löslichen Kalk austreibt. Es wird aus diesen Verhältnissen klar, dass magnesiahaltiges W., sobald es durch Kalk filtrirt, nach u. nach Dolomit erzeugen muss u. dass die Krystallisation um so vollständiger vor sich gehen wird, je langsamer der Process dauert u. je verdünnter die Lösungen sind. Von chemischer Seite steht deshalb einer Umbildung des Kalkes in Dolomit durch die gewöhnlichen Sickerwässer durchaus nichts entgegen, u. es wird diese Bildung noch durch den Umstand unterstützt, dass die meisten Dolomite eine Menge verschiedenartiger aus Wasser erzeugter Mineralien krystallisirt in Drusen u. Klüften enthalten, sonst aber in ihrer Masse ausserordentlich rein u. von anderen beigemengten Stoffen frei sind." (Vogt.)

Einerseits hat man gefunden, dass kohlens. Kalk aus schwefels. Magnesia oder Chlormagnesium bei 200° unter hohem Drucke kohlens. Magnesia bilde; andererseits hat man es für wahrscheinlich gefunden, dass auch bei gewöhnlicher Temperatur die Umwandlung des Kalksteins in Dolomit durch magnesiahaltige Sickerwässer vor sich gehe. „Selbst bei der Bildung jener ungeheuren Massen in Tyrol beobachtet man schon durch die Lagerung, dass die Dolomite stets auf den Ursprung von Bächen u. Thalrissen zurückweisen, u. gleiche Verhältnisse finden auch namentlich bei den dolomitischen Uebergangskalken am Rheine statt." (C. Vogt.) „Während nun Collegno u. Haidinger eine Imprägnation des Kalksteins mit bittersalzhaltigem W. als die chemische Bedingung voraussetzten, durch welche die Dolomitbildung u. die Gypsbildung zugleich erklärt werden würde, so haben Andere die Dolomitisirung des Kalksteins allein durch die Einwirkung einer Solution von zweifach kohlens. Magnesia zu erklären versucht. Diese Ansicht hält auch G. Bischof für die wahrscheinlichste; die halbgebundene Kohlens. des Magnesia-Bicarbonates ergreift einen Theil des Kalksteins u. verwandelt ihn in Kalk-Bicarbonat, welches die Gewässer fortführen, während die kohlens. Magnesia an die Stelle des fortgeführten Kalkes tritt. Diese Umwandlung kann sowohl durch Quellwasser, als auch durch das Meerwasser bewirkt werden u. ist der Neigung beider Erden zur Bildung von Doppelsalzen zuzuschreiben. Lehrb. d. chem. Geol. II, 1115—17, 1136." (Naumann Geogn. II. 1862.) Coquand gedenkt einer mächtigen Dolomitzone im Neocomkalkstein der Provence, welche in den Kalkstein übergeht, worauf dieser selbst nach allen Richtungen zerklüftet u. auf den Klüften mit Dolomitkrystallen besetzt ist. Nauck hat dieselbe Ansicht über die Umwandlung des Kalksteins für die Verhältnisse der Gegend von Wunsiedel, u. Pfaff auf eine sehr überzeugende Weise für die Dolomite des fränkischen Jura geltend gemacht. Poggend. Ann. Bd. 75, 82 u. 87. Vgl. §. 111. In andern Fällen soll der Dolomit sich zugleich beim Absatze des kohlens. Kalkes gebildet haben. (Vgl. Naumann II, 773.)

Magnesiasalze als Versteinerungsmittel. In einem Steinkohlengebirge in Massachusetts kommen Pflanzenabdrücke vor, welche mit grünem verhärtetem Talke überzogen sind. Talk findet sich als Ueberzugs- u. Ausfüllungsmaterial der Abdrücke von Farrenkräuter. Glaukonit bildet sehr häufig die Steinkerne von Foraminiferen oder Polythalamien. Diese Versteinerungen geschahen mit Hülfe des Wassers.

§. 193. Schwefelsaure Magnesia, $Mg\,SO^3$.

Sunt ex amaro succo terrae fontes exeuntes vehementer amari. Vitruvius.

Wenn je 20 Th. Magnesia, MgO, sich mit je 40 Th. Schwefelsäure verbinden, entsteht schwefelsaure Magnesia, welche mit 63 Th. (oder 7 Aequ.

Wasser krystallisirt, Bittersalz (früher auch Epsomer oder Sedlitzer Salz) genannt wird. Bittersalz hat also nur 48,8 % Magnesia-Sulfat. Bittersalz ist so leicht löslich, dass bei 14° in einer gesättigten Lösung 2310 Z.T. $MgO\ SO^3$ gelöst sein würden.

Das natürliche Bittersalz ist meistens sekundär gebildet u. ist vorzugsweise als Ausblühung anzutreffen. Ausser auf Gneiss bei Freiberg (z. B. auf den Stadtmauern) scheint es nicht auf krystallinischen Gesteinen vorzukommen. Auf rothem Sandstein trifft man es in Neu-Granada, auch anderwärts auf Serpentin, Kalkstein, Thonschiefer, Braunkohlen etc.

In den Quecksilbergruben von Idria bildet das ausgewitterte Bittersalz streckenweise einen pelzartigen Ueberzug. In einer Höhle unweit Jeffersonville (Indiana) wittert eine ungeheuere Menge Bittersalz aus u. ersetzt sich nach dem Abkratzen in 4—5 Wochen wieder. In einer Höhle von Memoora auf Ceylon kommt es mit Salpeter, in Höhlen der Grafschaft Wythe in Virginien mit Glaubersalz vor. Als Efflorescenz, besonders nach starken Regengüssen erscheint es in den Steppen Sibiriens, in Andalusien, Catalonien, auf dem Eiland Milo.

Von allen Sulfaten gibt wohl der Gyps am häufigsten Veranlassung zur Bildung von schwefels. Magnesia. Dies geschieht, wenn er mit kohlens. Magnesia zusammenkommt, wodurch kohlens. Kalk einerseits, schwefels. Magn. andererseits gebildet wird. Eine Gypslösung zersetzt sich in 14 Tagen mit kohlens. Magn. vollständig (Mitscherlich). Vgl. S. 138. Bei Birmensdorf findet sich Bittersalz vorzüglich in einem Gypse, der aus körnigen, weissen, krystallinisch gefügten Theilen besteht, u. worin Bolley kein Stück fand, das weniger als 4% wasserfreies Magnesia-Sulfat enthielt; einzelne Stücke hatten 22—27 %. Das dortige Bittersalz ist farblos oder weisslich, im reinsten Zustande wasserhell, aber oft durch dazwischen gelagerten, unreinen Gyps getrübt. Es erscheint oft ohne Spur von Krystallisation, in den breiten Spalten aber häufig im faserigen Zustande; die Fasern sind oft ½—1″ breit; verworrene unvollkommene Krystalle lassen sich nicht selten daran wahrnehmen. Bei dem geringsten Anschlage würde 1 K.F. Gyps über 3 Kilogr. Bittersalz enthalten. — Suckow beobachtete Ausblühungen von zarten Bittersalz-Krystallen in der Gegend der Teufelslöcher, sowie in den untern Regionen des Hausbergs u. des Jenzigs bei Jena. In feuchter Jahreszeit sind diese damit zu ganzen Strecken, wie mit einer leichten Schneedecke, überzogen. Ein erdiger Gyps bei Jena enthielt 5 % Magnesia-Sulfat, ausser Gyps u. Erdcarbonaten.

Es bildet sich aber auch Magnesiasulfat aus Magnesiasilicat u. schwefels. Kalkerde, wobei kiesels. Kalk zugleich entsteht. Besonders scheint diese Entstehungsweise des Magnesiasulfates aus dem Silicate in den Mergeln stattzufinden, wenn auch theilweise hier das Magnesiacarbonat mithilft. Der Bittersalz führende dolomitische Gypsmergel von den Wänden der Teufelslöcher bei Jena, der zwischen Fasergyps u. Gypsspath liegt, enthält nach *Ludwig neben kleinen Mengen von Gyps, Bittersalz u. kohlens. Kalk fast 34 % eines durch Salzsäure aufschliessbaren Silicates, worin über 27 % Magnesia sich befinden. Das von diesen Gypswänden gesammelte Bittersalz enthielt zu wenig kohlens. Kalk beigemengt, um aus Magnesia-Carbonat entstanden sein zu können.

Nach Hermann enthalten die Mergel am Abhange des Kaukasus, welche gewöhnlich sehr salzreich sind, Natron- u. Magnesia-Silicate u. Gyps, woraus Glaubersalz u. Bittersalz hervorgehen. Auf dem Wege von Georgiefsk nach Piätigorsk trifft man zwei kleine See'n im Mergel, die beim Austrocknen eine Salzkruste von Glauber- u. Bittersalz wie eine Schneedecke hinterlassen; sie sind das Produkt der Auslaugung des Mergels. »Die Hauptstoffe zur Bildung der in den böhmischen Bitterwässern enthaltenen Salze sind: Gyps, kohlens. Kalk, verwitterter Klingstein u. verwitterter Basalt. Wird dieses Gemenge von W. durchdrungen, so tritt die Schwefelsäure des Gypses an das Natron u. die Magnesia der Natron- u. Magnesia-Silicate, u. indem auf der einen Seite schwefels. Natron u. schwefels. Talkerde entsteht, bilden sich auf der andern neue Kalk-Silicate.« Struve Künstl. M.W., 2. H., 1826.

Statt des Gypses können auch andere Sulfate die Schwefels. an die Magnesia abtreten, z. B. Eisen-, Kupfer- oder Zink-Vitriol u. schwefels. Thonerde. »Zur Erläuterung des natürlichen Processes möge der künstliche dienen. Der Serpentin des Monte Ramasso bei Genua, welcher Magnetkies u. Kupferkies eingesprengt enthält, wird zur Gewinnung von Bittersalz mit Holz geschichtet in Gruben oder Oefen geröstet, unter öfterem Befeuchten mit W. einige Monate der Luft ausgesetzt, wobei das Bittersalz auswittert. Man laugt aus u. s. w.. Die Natur operirt langsamer, aber ebenso sicher, denn die durch Verwitterung entstandenen Vitriole FeO, SO^3 u. CuO, SO^3 wirken auf das Talkerdesilicat des Serpentins aufschliessend u. erzeugen Bittersalz.« (Vgl. C. Gmelin's Handb. d. Chem. 2. Bd. S. 216.)

Die Schwefels. des Eisenvitriols entsteht nicht selten aus einer Oxydation des Eisenkieses, wodurch die Ausblühungen von Bittersalz auf Braunkohlen erklärlich werden. Das auf manchem Talkschiefer, z. B. der Schweizer Alpen vorkommende Bittersalz (Gletschersalz) ist ein Erzeugniss des zersetzten Pyrits (Eisensulfids) u. des im Gesteine vorkommenden Magnesiaglimmers.

Im schweizer Kanton Freiburg fand man auf dem Cousinberge (Geissenberge) neben einer Gasqu. ein Salz-W. von 1041 spez. Gewicht, das nach der Analyse von Fellenberg enthielt: $NaCl$ 10,76, $NaO\ SO^3$ 262,49, $MgO\ SO^3$ 128,27, $CaO\ SO^3$ 22,74. *) Später fand sich kein W. mehr vor, wohl noch Salzblüthen gleicher Art, so dass man an eine Einwirkung des Gases auf das Gestein u. eine zufällige Auslaugung des letztern denken kann.

Die Bittersalz-Wässer sind das Produkt der besprochenen Umwandlungen des Magnesia-Silicates oder -Carbonates durch ein Sulfat u. der Auflösung des gebildeten Bittersalzes. Deshalb findet sich Bittersalz in den aus der Jenaer Gypsregion hervorquellenden Gewässern u. haben manche dortige Qu. eine abführende Wirkung (Suckow). Die Bitter-W. von Saidschütz, Püllna etc. entstehen in derselben Weise u. lassen sich künstlich durch Auslaugung von Mergel erzeugen. Cf. §. 91. **)

*) Wobei das Natronsulfat sich zu den beiden folgenden Sulfaten wie 3 : 2 verhält.

**) Unbenutzte Bitterwässer sind in dortiger Gegend noch zu Lischnic, Nemelkau, Petsch, Sedlitz (Seidlitz, slav. Sedlec, mehrere Qu.), Seidowitz, Stranitz, alle 1½—2 St. von Brüx gelegen, Tschöppern u. Wteln (beide 1 St. von Brüx) u. Wobleschitz.

Auch wo W. mit kohlens. Magnesia auf Gyps, Eisenvitriol etc. treffen, kann schwefels. Magnesia in Lösung kommen.

Es enthält das Steinsalz zuweilen etwas Bittersalz, was sich einst mit ihm absetzte u. bei neuem Zutritte von W. auch wieder in Lösung tritt.

Im nächsten §. werden wir eine Anzahl Bitter-W. kennen lernen. Mehrere sonst wohl als bittersalzig angeführte W. enthalten nur kleine Mengen. *)

In den weiten Ebenen Süd-Ungarns, in den Steppenländern am azow'schen, schwarzen u. kaspischen Meere, auf dem Plateau von Kerman in Persien u. auf der Gobi-Hochebene des innern Asiens finden wir Bitterwässer häufig. In Afrika scheinen sie auf grosse Wüsten beschränkt zu sein. Vom bittern W. eines Flusses meldet Capitain Alexander. Einen Geschmack nach Bittersalz fand die französische Armee auf ihrem ersten Zuge nach Setif 1840 fast bei allen Flüssen, die sie überschritt. In andern Fällen ist in Afrika aber Glaubersalz der vorwaltende Bestandtheil der Gewässer. (*Gumprecht, M.Qu. Afrika's, 188—192.) Der bittere Geschmack könnte hier jedoch öfters von Chlormagnesium herrühren.

Das Meerwasser enthält immer so viel Schwefels., dass, auch wenn Kali u. Kalk damit zu Sulfaten gemacht werden, noch für einen Theil der Magnesia Schwefels. erübrigt, aber lange nicht so viel, um aller Magnesia äquivalent zu sein. Fragt man, wie viel Magnesiasulfat im Meerwasser sei, so hängt die Antwort sehr von der Combinationsweise ab. Selbst bei gleichartiger Combinationsweise ist der Betrag schwankend. Das Magnesiasulfat beträgt 4,8—9,4 % des Meersalzes.

Manche Soolwässer enthalten ziemlich viel Magnesia-Sulfat. Cf. S. 197, 201, 203.

Dem Meerwasser ähnliche W., wie Doberan u. andere, verdanken öfters ihren Gehalt an schwefels. Magnesia der Durchtränkung des Bodens mit Meerwasser.

§. 194. Bittersalz-Wässer und Glaubersalz-Wässer ohne Natron-Carbonat.

Bittersalzige W., die nicht mehr Chlor als Alkali-Metall (Natrium etc.) haben — die also frei von Chlormagnesium sind — u. glaubersalzige, die kein Natroncarbonat enthalten u. eben darum meistens schwefels. Magnesia u. schwefels. Kalk besitzen, bilden eine vielfach miteinander verwandte Familie, die durch Zurücktreten oder Ueberwiegen des Chlors über die Schwe-

---

*) Es ist ein Missgriff, W. wie Eptingen, das nur 3,1 Z.T. schwefels. Magnesia hat, oder gar das alkalische Glaubersalz-W. von Tarasp unter die Bitterwässer zu bringen. Analysen von Bittererde-haltigen M.Wässern s. Tillmanns in Arch. d. Pharm. 74. Bd. 304. Contrexeville u. Martigny in den Vogesen, welche man in Frankreich unter die Magnesia-W. zählt, haben darauf kein Anrecht, eher das W. von Vittel mit 10,2 Z.T. $MgO\,SO^3$, das aus der Auslaugung von Muschelkalk hervorgeht. Das als Bitter-W. aufgeführte W. von Tettuccio ist wohl mehr Chlornatrium-haltig, jedenfalls ist es nicht stark.

felsäure in zwei Abtheilungen getrennt werden kann, wovon jede durch die Präponderanz, welche das Magnesia-Sulfat oder das Natron-Sulfat hat, sich aufs Neue spaltet. Letztere Spaltung in Unter-Arten scheint jedoch bei der Veränderlichkeit, welche dergleichen M.W. haben, weniger haltbar, als das Verhältniss von Chlor zu Schwefelsäure.

Es gibt viele derartige W. mit einem geringen Gehalte an Natron- oder Magnesia-Sulfate; hier aber will ich nur eine Anzahl von Wässern klassifiziren, die reich an beiden Sulfaten oder an einem derselben sind. Alle nachfolgenden Analysen über Bitter-W. haben nur in sofern einen Werth, als jede den einmaligen Zustand eines gewöhnlich sehr veränderlichen oder gar durch künstliche Manipulation in verschiedener Stärke darstellbaren W. kennen lehrt.

A. Bitter- oder Glaubersalz-Wässer mit mehr Schwefelsäure als Chlor. *)

I. Bittersalz-Wässer mit mehr Schwefelsäure als Chlor.

Epsom oder Epsham. Grafschaft Surrey, hatte eine aus Kalkstein entspringende Qu., die wegen der Bereitung des Bittersalzes daraus allgemein bekannt worden ist. Dennoch war es ein so wenig salziges W., dass, wie *Lucas (Essay on waters, 1756) sagt, nur ein geübter Gaumen einen leichten Salzgeschmack wie von Bittersalz daran entdecken konnte. Mit Silberlösung gab es einen Niederschlag. Durch Abdampfung liess sich aus der Pinte ein Rückstand von 33 Gran gewinnen, also etwa 38 Z.T. Salz mit Krystallwasser. Nach *Mangeti Bibl. pharm. erhielt Grew aus 1 Pfund etwa 1 Drachme Salz; Lister aber aus dem Simonsbrunnen, woraus fast alles W. genommen wurde, aus 24 Pfd.: 6 Dr. Erde (so im Juni; im Juli aber 2 Dr.) u. 31 Dr. Salz (im Juli nur 10 Dr.), also höchstens 92,5 gr. f. G. fürs Pfd. oder 120,4 für 10000, mit dem Krystallwasser. Der Hauptbrunnen gab im Juli 30—50 gr. fürs Pfd., 39—65 für 10000. Galläpfel zeigten kein Eisen an. Eine andere Angabe lautet auf 300 Z.T. (wasserhaltiges?) Bittersalz, was offenbar zu hoch ist. 2 bis 3 Gläser sollen schon abführende Wirkung äussern.

Ein unbenutztes, 10° warmes, sehr ergiebiges Bitter-W. in einem Garten, Pernikárka, bei Smichow, einer Vorstadt von Prag, hat Lerch 1853 untersucht. Es ist dem von Kauer 1859 untersuchten W. von Laa an der Thaya, Dorf in Niederösterreich, verwandt.

	*Pernikárka	*Laa
Chlornatrium	1,63	,594
Schwefels. Kali	1,71	,488
„ Natron		5,039
„ Ammoniak		,508
„ Magnesia	45,04	41,079
„ Kalk	11,59	9,45
Kohlens. „	2,11	4,944
Eisen u. Thonerde	,01	,012
Kieselsäure	,03 *)	,26
Fester Gehalt	64,5	ca. 62,
CO^2	5,9	9,887
Spezif. Gewicht		1006,5.

*) Noch salpeters. Magn. 2,39.

Roggendorf bei Gross-Becskerek in Ungarn. Ein kaltes sehr reichliches geruchloses Bitter-W., wovon 2 Analysen vorhanden sind, die, obwohl congruent berechnet, wenig mit einander stimmen. Annal. d. geol. Reichsanst. IV, 154, *Chem. Centralbl. 1855, 78. Ich vereinige damit die Analyse des geruchlosen W. von

Galthof (Goldhof), einer Meierei bei Seelowitz nächst Brünn, Mähren. 13° oder 16°2.

---

*) Das Mehr oder Weniger bezieht sich auf die Aequivalentwerthe beider Stoffe, so dass ein W. mit 18 SO^3 u. 16 Cl in 10000 weniger von jener als von diesem enthalten würde.

In 10000:	Roggendorf		Galthof
	*I	*II	*III
Chlornatrium	1,4	2,85	3,05
Schwefels. Kali	5,45	,18	2,41
„ Natron	57,42	39,31	49,21
„ Ammoniak			,17
„ Magn.	49,77	62,21	74,489
„ Kalk	2,768	16,43	6,781
Kohlens. Kalk	6,875	,34	,318
„ Eisenoxydul	,174	,08	
Thonerde	,19	[,33]b)	,1 c)
Kieselsäure	,3 a)	,21	,5
Fester Gehalt	124,3	121,9	139,9
CO^2	13,61	Spur	
Spezif. Gewicht	1013,7		1014.

I nach Nuriesany u. Spängler, II nach Hauer 1853, III nach Osnaghi 1855; alle diese Analysen sind umgerechnet.
a) Noch Spuren PO^5.
b) Hier schwefels. Thon.
c) Incl. Eisen u. PO^5.

In I erreichen $Na + K$ fast den Werth von $Mg + Ca$. Das W. scheint ziemlich CO^2 zu enthalten. In II nähert sich die Proportion von $Na + K : Mg + Ca$ der von 1 : 2.

Montmirail (Vaucluse) hat ein W. von etwa 16°, das sich durch Infiltration eines an Sulfaten reichen Tertiärmergels bildet, u. nach Henry (1850?) enthält, ausser Spuren von Jod, Fluor, Arsen, Kiesels., Phosphors., Thonerde, Organischem, Kali?, Ammon?:

Chlornatrium	12,026	(incl. Calcium)
Schwefels. Natron	38,14	
„ Magn.	105,091	
„ Kalk	8,3	
Kohlens. „	3,82	
Ferner	3,9	
Festen Gehalt	171,3	
CO^2	,68.	

Gran in Ungarn besitzt mehrere Bitter-W., wovon eines (Kis Leva) angeblich 967 festen Gehalt haben soll, worunter 935 Bittersalz, was ausserordentlich viel wäre, wenn selbst das krystallisirte Salz darunter verstanden wäre. Eine wenig ergiebige Qu., die Sihuszky'sche, enthält nach Redtenbacher (1854):

*Chlornatrium	16,38
Schwefels. Kali	,92
„ Natron	42,24
„ Magnesia	125,1
Kohlens. „	1,74
„ Kalk	3,78
Kieselsäure	1,15
Thonerde	,2
Festen Gehalt	191,5
Spezif. Gewicht	1019.

Es hat dieses W. fast die Stärke des Saidschützer, wovon in §. 91 schon Rede war.

Saidschütz. In 10000:	*Berzelius a)	Hauptqu. Steinmann	Kose's Brunnen. Steinmann	
Chlornatrium	3,44	4,13	2,12	
Schwefels. Kali	5,33	29,86	18,26	
„ Natron	56,76	30,28	26,35	
„ Magn.	122,4	108,83	108,65	
„ Kalk	2,68	,96	[,07	kohlens. Magn.]
Salpeters. Magn.	32,78	25,35	10,29	
Kohlens. Kalk	7,64	8,02	6,23	
Kieselsäure	,05	,08		
Quells. Magn.	1,39 b)			
Ferner	,11 c)	,73 d)	,79 e)	
Fester Gehalt	232,5	208,	174,	
CO^2		4,3	3,86	
Spezif. Gewicht		1017,6	1017,3	

a) Im Ganzen fand Berzelius Chlor 2,007, SO^3 117,64, NO^5 23,72, CO^2 6,71, KO 2,88, NO 26,717, MO 50,96 etc.. b) Oder Quellsäure. c) Nämlich Eisen u. Mangancarbonat 0,025, Zinnoxyd mit Kupfer 0,04, Jod(magnesium?) 0,048, Brom u. Ammonium spurweise. Noch Strontian 0,04. Phosphors.? Fluor? Vgl. Poggendorfs Ann. 51. B.! d) Noch phosphors. Thon. 0,023, kohlens. Stront. 0,031, Eisen u. Mangan. 0,178, Organisches 0,501. e) Noch Unlösliches 0,212, kohlens. Stront. 0,025, Organ. 0,551.

*Berzelius fand in 10000 230,5 an Salztheilen (richtig addirt 230,6), nach der binären Anordnung angeblich 236,55 (den Zahlen nach 232,5); der Abdampfungsrückstand betrug 240,69 (im W.-Bade getrocknet 295!?). In der 1. Reihe würde schwefels. Natron nach einem französ. Werke 60,76 betragen, dann würde freilich 236,5 als Summe herauskommen. Auch von Struve's Analyse lauten die Mittheilungen verschieden. Steinmann fand in den verschiedenen Brunnen 167—280 Z.T..

Sollte auch das Verhältniss von Kali zu Natron im Saidschützer W. wechseln, so bleibt doch wohl das der Summe von $K + Na$ zu der von $Mg + Ca$ ungefähr wie 1 : 3. Nach Steinmann (I) u. Berzelius (II) ist dieses Verhältniss:

I 7,69 : 23,31
II 9,23 : 27,41.

Berzelius hatte nur 0,61 Aequ.-Quotiente Kali, Steinmann aber 3,43 angenommen, eine Differenz, die sich wohl aus der mangelhaften Methode erklärt. Ein zweiter von Steinman analysirter Brunnen bietet fast ganz dieselbe Proportion.

Von Püllna wurde auch Einiges in §. 91 mitgetheilt. *Trommsdorff fand (1820) 253 Z.T. festen Gehalt, darin 140,6 SO^3, 40 MgO. Pleischl untersuchte 2 Brunnen; in einem traf er 279, im andern 237 Z.T. festen Gehalt. Es bleiben noch die Analysen (I) von Struve (1826), wonach noch in den Fabriken gearbeitet wird, u. (II) Ficinus (1837), beide wesentlich verschieden — wenn nicht durch einen Schreibfehler bei Ficinus Kali mit Natron verwechselt worden ist. Eine neue Analyse oder besser mehrere wären nothwendig.

	*I	*II
Chlornatrium	31,2	10,86
„ magnium		15,98
Schwefels. Natron	123,3	
„ Magn.	156,5	138,4
„ Kali	6,25	107,7
Salpeters. Magn.		6,
Kohlens. „	6,25	2,32
„ Kalk	3,48	1,76
Kieselsäure	,23 a)	b)
Fester Gehalt	327	290.

a) Noch eine Spur Phosphors.. b) Nach Ficinus eine Spur Eisen, dazu phosphors. Natron 0,38. Brom 0,77!, quellsaure Magn. 6 u. CO^2 ca. 0,3. Cf. Brandes Arch. XII, H. 3, 1837. SO^3 betrug in I 142, in II 177 Z.T..

Bei Struve sind 19,666 gr. Chlormagnium in der nicht umgerechneten Analyse wohl das Richtige; die Variante 16,666 ist wohl Druckfehler.

Im Püllnaer W. ist nach Ficinus (I) bei einem ungeheuer grossen Antheile von Kali das Verhältniss der Alkalien zu den Erden wie 1 : 2, während in der Analyse von Struve (II), die das Kali wohl meistens für Natron nahm, dieses Verhältniss (durch ein Plus von 8,8 Schwefels. u. Natron) sehr geändert scheint. In beiden Fällen ist Magnesia sich gleichgeblieben, ebenso Chlor.

Eines der stärksten Bitter-W. ist das von Birmensdorf, einer Ortschaft bei Baden im Aargau. Das W. wird aus verschiedenen Gyps-Gruben gewonnen u. durch Verdünnung eines schwereren Wassers mit einem leichtern bis zu einem bestimmten spezifischen Gewichte (1020?) hergestellt.

Chlornatrium	5,61
Schwefels. Natron	63,55
„ Kali	1,04
„ Magnesia	226,4
„ Kalk	12,17
Kohlens. „	,51
Kieselsäure	,33
Fester Gehalt	311.
CO^2	0,7?

Noch Eisenoxyd 0,107, Thonerde 0,277, quells. Magn. 1,01. Fester Gehalt 311,98 nach dem Texte der Mittheilung.

[Das nur ¼ Stunde davon entfernte W. von Mülligen, welches wie das von Birmensdorf durch Auslaugung von Gypsgruben entsteht, soll nach Bolley vorzüglich schwefels. Natron (324,39) neben wenig Magnesia-Sulfat (15,08) u. etwas Kalk-Sulfat (13,58), im Ganzen 358 festen Gehalt haben. Es würde also unter die später zu besprechenden Glaubersalz-W. gehören, wenn dieses Verhältniss beständig wäre.]

Vielleicht hat Steinwasser noch einen höhern Gehalt an Bittersalz; es soll auch viel schwefels. Kali enthalten.

Neljubin analysirte das W. eines Bitterflusses (oder Gorkaja Retschkä) zwischen Giorgiefsk u. dem Laugenberg. Es enthielt *Chlornatr. 45,44, schwefels. Natr. 41,14, schwefels. Magn. 50,78, schwefels. Kalk 17,32, Extrakt 1,7, also schon ziemlich viel Chlornatrium.

Schon sehr steigt das Verhältniss des Chlors im W. von Ober-Alap, ohne dass es doch überwiegend würde. Nach Molnar 1853:

*Chlornatrium	53,34	Kohlens. Kalk	2,71
„ lithium	,495	„ Eisenoxydul	,21
Jodmagnesium	,028 *)	„ Manganoxdl.	,09
Schwefels. Kali	,31	Phosphors. Thonerde	,29
„ Natron	43,3	Kieselsäure	,43
„ Magnesia	45,39	Fester Gehalt	166.
„ Kalk	15,88	Spezif. Gewicht	1010.

*) Noch eine Spur Brom.

Ich weiss nicht, inwiefern die Analyse eines Oeynhauser Bitter-W. noch Gültigkeit hat, welche ergab für 10000:

*Chlornatr. 61,7, schwefels. Natr. 43,8, schwefels. Magn. 53,42, kohlens. Kalk 23,64, kohlens. Magn. 1,77; im Ganzen 184.

II. Glaubersalz-Wässer mit mehr Schwefelsäure als Chlor.

Schwache Glaubersalz-W. u. alkalische jeder Stärke bleiben hier unbeachtet.

Im kalten W. von Gross-Wunitz im Leitmeritzer Kreis, ist das Glaubersalz über das Bittersalz etwas überwiegend, da die Aequivalente der wasserfreien Salze sich wie 71 : 58,46 verhalten. Lerch fand 1852 (I):

	I	II
*Chlornatrium	14,582	6,65
Schwefels. Kali	1,188	,195
„ Natron	70,085	68,89
„ Magnesia	56,352	43,504
„ Kalk	5,435	1,303
Kohlens. Kalk	5,373	9,584
„ Eisenoxydul		7,187 !
Kieselsaures Natron	,076	
Festen Gehalt	153,49	137,3
CO^2	2,22	19,83.

Ausserdem noch 0,046 phosphorsaures Eisen, Mangan u. Thonerde u. als 0,351 Verlust PO^5, NO^5, Brom, Organisches.

Ich habe hier noch die Analyse einer 140′ tiefen Bohrqu. von Karlsthal im Eiachthale (Hohenzollern-Sigmaringen, Preussen), welche Sigwart (1850?) ausgeführt hat, zugefügt (II). Es ist dieses W. ein bittersalziger Glaubersalz-Säuerling, der sich durch hohen Eisengehalt auszeichnet. Beim Pumpen wird der Gehalt schwächer. In den W. von Kis Czeg u. Csefan Kiss herrscht schwefels. Natron noch mehr vor.

Ofens Bitterwässer. „Am südlichen Abhange des Blocksberges beginnt eine muldenförmige Niederung, welche sich bis nach Promontor erstreckt u. östlich von der Donau, gegen die übrigen Himmelsgegenden zu aber vom Blocksberge, vom Adler-, Galgen-, Peters- u. Lerchberge amphitheatralisch begrenzt wird. Diese Niederung ist die Ausgangsstelle sämmtlicher reinen Bitterwasserquellen, welche sich im Ofener Stadtgebiete befinden, während die Bildungsstätte derselben in den umgebenden Bergen selbst zu suchen ist. Die ganze Niederung enthält unter der Dammerde, welche deren oberste Schichte bildet, ein ziemlich mächtiges Lager von wasserdichtem Thon, welcher einer theils aus Schotter, theils aus lockerem Sande bestehenden Schicht aufgelagert ist. Unter dieser letzteren liegt wieder ein Thonlager, welches bis zu einer Tiefe von 144 Fuss bekannt ist. Die mittlere von diesen Schichten nun enthält das Bitterwasser, welches zur Oberfläche dringt, wenn die darüber gelegte Thonschichte hiezu eine Oeffnung bietet. Die Bildung dieses Wassers geschieht in den umgebenden Bergen selbst, wo die Bestandtheile des Dolomits u. des Schwefelkieses, der hier in grosser Menge angetroffen wird, durch ihre wechselseitige Einwirkung die Hauptbestandtheile der Bitterquellen hervorbringen.“

„Diese Mulde ist so reich an Bitterwasser, dass man solches fast überall findet, wo die obere Thonschichte durchstossen wird, allein die bekanntesten u. bereits in Verkehr gebrachten Quellen sind die Hildegardsquelle, die Elisabethquelle, die Böck'sche u. die Neuwerth'sche Mineralquelle, welche hier in derselben Ordnung angeführt werden, in welcher sie von Nord gegen Süden ihre Lage haben.“ In den Analysen der nachfolgenden Tabelle ist meistens das schwefels. Natron stärker als die schwefels. Magnesia, etwa wie 5 : 4 dem chemischen Werthe nach.

Ofener Bitterwässer. [1]) In 10000:	Neuwerth's Qu. nach Say 1853?	Böck's Quelle. [4])			Hildegardsquelle			Elisabethqu. Redtenbacher 1853.	Franzensqu.		Bray's Qu. Wagner.	Schneider's Qu. (Gis.) Wagner.
		Molnar.	Molnar 1857.	Nendtvich.	Molnar 1857.	Nendtvich 1855.	Say. [5])		Nendtvich 1855.	Redtenbacher 1854.		
Chlornatrium	25,884	15,946	12,48	18,345	14,48	24,54	13,723	8,035	23,91	5,419	13,38	4,593
Schwefels. Kali	8,95	1,21	1,845	1,57	73,8 !	8,966	1,184	1,399	,016	,859	,767	,812
„ Natron	166,4 [2])	150,1	140,423	141,8	80,878	98,873	106,02	64,133	111,05	84,355	79,65	23,735
„ Magnesia	135,27	105,17	91,86	83,45	68,705	80,82	62,45	26,533	81,91	41,62	51,03	50,89
„ Kalk	8,53	10,703	9,187	8,831	10,455	9,313	6,45	3,517	10,56	2,9	2,57	8,175
Kohlens. Kalk	7,1	2,857	,717	5,05	2,085	4,68	4,1	2,348	2,76	8,01	7,14	6,822
„ Eisenoxydul		[,268 [3])]	,06	Spur				Spur	,029	} ,051		,6
Thonerde	,08			,807	,135	,065	,61	,15	,08		,068	,04
Kieselsäure	1,05	,176	,04	,43	,13	,84	,325	,05	,1	1,059	,147	,418 [7])
Fester Gehalt	350,8	286,5	256,87	260,	250,67	228,	195,	106,2	230,4	144,3	154,8	96,5
CO^2 (Gewicht)	3,55	2,88	ca. ,09		ca. 1,2?	6,1			3,31		3,33	6,97
Spezif. Gewicht	1033.	1025,5				1021.2		1022.2 [6])	1022,3			
Temperatur	10°	8—12°			15°5	11°		15°	7°5	15°		

[1]) Bei allen wurde Magnesia-Carbonat mit schwefels. Kalk umgerechnet.

[2]) Bei den Pfundzahlen steht in dieser Analyse Glaubersalz, Bittersalz etc.. Dem spez. Gewichte nach zu urtheilen, können aber nicht die wasserhaltigen Salze gemeint sein. [3]) Bloss Oxydul.

[4]) Die erste Reihe ist nach Wachtel Ungarns Kurorte 1859; die zweite ist nach einem andern Referate gegeben. Die Analyse von Nendtvich wird wohl mit Unrecht auch der Elisabethqu. zugeschrieben.

[5]) Wird sowohl der Elisabethqu. als der Hildegardsqu. zugeschrieben. Auch wird bald dem Pfunde die Summe von 151 (10000 also 195) zugeschrieben, bald für 10000 Th. so viel angegeben.

[6]) Unmöglich so viel. [7]) Noch 0,4 Bitumen.

Unter die Glaubersalz-W. mit wenig Bittersalz gehört das von Ivanda unweit Temesvar im Banate (I nach Ragsky 1856). Ihm verwandt ist das viel versendete W. von Tür Török (II, 1847 analysirt).

	*I	II
Chlornatrium	23,18	13,26
Schwefels. Kali	,145	
„ Natron	124,65	157,02
„ Magnesia	24,37	26,04
„ Kalk	33,41	[16,14 kohlens. Magn.]
Kohlens. Kalk	3,32	1,43
Salpeters. Magn.	3,73	
Phosphors. Eisen	,01	
Kieselsäure	,239	
Humussäure	1,472	[,65 Extrakt]
Fester Gehalt	214,52	214,54
CO^2	2,83	
Spezif. Gewicht	1019,2.	

Selten sind die Soolwässser mit mehr als 58,46 Z.T. (10 Aequivalent-Quotiente) Chlornatrium, in denen trotz dieses grossen Kochsalz-Gehaltes dennoch die Schwefels. das Uebergewicht hat. Fast einzig steht hier das W. von Unter-Alap, das, 1853 analysirt, enthielt:

Jodmagnesium	,047	Phosphs. Thonerde	,065
Chlornatrium	144,86	Kieselsäure	,01
Schwefels. Kali	,428	Organisches	2,99 [1])
„ Natron	181,49	Festen Gehalt	376,3.
„ Magn.	40,94	Spezif. Gewicht	1032,2.
„ Kalk	2,6		
Kohlens. „	2,76		
„ Eis. u. Mang.	,08		

[1]) Incl. Quells. Natron, Extrakt u. Chlorlithium.

In Aequivalent-Quotienten: *Cl* 24,8 : SO^3 32,83 (also wie 3 : 4), Alkalien, fast nur *NaO*, 50,41 (doppelt so viel als *Cl*), *MgO*+*CaO* 7,77 (fast ⅓ von *Cl*), *CaO* nur 0,95.

B. Bitter- oder Glaubersalz-W. mit mehr Chlor als Schwefelsäure.

Friedrichshall ist eine frühere Saline beim Dorfe Lindenau, Herzogthum Sachsen-Meiningen, 4 Stunden von Koburg. Die Gegend besteht aus Tertiärgebilden, worunter auch Bitterkalk ist, bis zu einer Tiefe von 800′. Jene sind aber von Basaltmassen durchbrochen. Es sind dort 2 Qu. u. man hat auch ein Bohrloch angelegt. Die alte Qu. fliesst in einem verlassenen Schachte; sie ist schwach u. wurde früher (vor 1849) nur gradirt benutzt. Wie mir Dr. Bartenstein gesagt hat, ist das von Creuzburg 1839 u. 43 untersuchte W. gradirtes gewesen. Diese Analyse hat also nur historischen Werth. Eine spätere Analyse ist von Liebig (1846), welche Bauer (1848) vervollständigte. Beide untersuchten das (durch Abdampfung?) concentrirte W. der alten Quelle von fast demselben Gehalte. Sie erhielten, Liebig I, Bauer II, für 10000 (umgerechnet):

	I	II
Brommagnesium	1,3	,03
Chlor „	0,	4,1
Chlornatrium	128,1	131,4
Chlorammonium	Spur	,1
Chloraluminium	Spur	,1
Schwefels. Kali	2,	,02
„ Natron	1,6	0,
„ Magnesia	108,7	105,8
„ Kalk	5,	5,1
Kohlens. Kalk	6,3	8,2
Kieselsäure	Spur	,3
Festen Gehalt	253,	255,
CO^2	4.	

Noch Spuren von Quellsäure, keine Spur von Jod, was Kreuzburg angegeben hatte. Kastner fand noch etwas Eisen, namentlich an der Quelle; auch Liebig eine Spur von Eisen. Spez. Gew. 1022,3.

Diese Analyse kann aber nicht für das jetzt versendete W. gelten, weil kein gradirtes W. mehr versendet wird, sondern ein Gemisch zu gleichen Theilen aus der alten schwächern Qu. u. aus der zweiten, einer Bohrqu., die ein starkes. unverdünnt nicht brauchbares W. liefert. Dieses Gemisch soll auch ein spez. Gewicht von 1022 (W. = 1000) haben. Es lässt sich natürlicher Weise bei dieser Methode keine grosse Gleichförmigkeit der Mischung erwarten. Die zweite Qu. ist nicht analysirt, man kennt also nicht die Zusammensetzung des versendeten Wassers. Gleichwohl hat es einen Concurrenten bekommen am:

Kissinger Bitterwasser, das aus der Schönbornqu. künstlich erzeugt wird. Es soll nach Liebig ganz mit dem Friedrichshaller übereinstimmen, auch Brom, Kali, Gyps u. kohlens. Kalkerde enthalten. Seine Mischung wird in folgender Weise angegeben (von mir umgerechnet):

*In 10000:	
Chlorlithium	,125
Chlorammonium	,03
Chlornatrium	128,065
Schwefels. Natron	1,649
„ Magn.	101,302
Fester Gehalt	231,2
CO^3	6,682.

Also etwa 21 Chlornatrium auf 17 Bittersalz in Aequivalentquotienten.

Es stimmt also genau mit dem frühern Friedrichshaller W.. Ein von mir untersuchter Krug vom J. 1861 enthielt ein W. von 1021,5 spez. Gewicht, das hinterliess beim Glühen einen Rückstand von 271,4—273,6 Gr. auf 10000 Gr. berechnet in 2 Versuchen, u. bei etwa 185° eingetrocknet 284.8 Gr.. Jedenfalls war also der feste Gehalt ca. 275, viel grösser als er der Analyse nach sein sollte.

Das an Kochsalz reichste Bitterwasser ist die Ferdinandsqu. von Truskawice, einem galizischen Dorfe im Samborer Kreise. Es enthielt nach Torosiewicz in 10000, ausser Spuren von Jod:

Brommagnesium	,088
Chlorammonium	,123
Chlornatrium	549,1
„ magnium	94,76
Schwefels. Kali	49,95
„ Magnesia	105,5
„ Kalk	16,45
Kohlens. „	3,09
„ Eisenoxydul	,116
Kieselsäure	,257
Bitumen	,13
Festen Gehalt	816,6
CO^2	ca. 1,3
HS	,441.

Sehr verwandt mit dem Friedrichshaller W. — nur, dass schwefels. Natron etwas über schwefels. Magnesia vorherrscht — ist das des Karlsbades von Mergentheim, einer Stadt des Jaxtkreises in Würtemberg. Die 10°—18°5 warme Qu. liegt im Muschelkalk u. kommt zolldick aus einem 65' tiefen Bohrloch, sparsame Blasen bildend; wird aber angeblich doch gepumpt. Das spezifische Gewicht des W. wechselte vom Juni bis Sept. 1845 von 1011,6—1014,1 (Mittel 1012,9), der feste Gehalt von 159,8—170,2 Z.T. (Mittel 146,7); drei frühere Untersuchungen ergaben 156—175; Wrede (1836) fand nur 124 (nach *Heyfelder's Referat; 189 nach anderem Bericht). Also ist ein Wechsel von 124—175 Z.T. nachgewiesen. Am reichhaltigsten fand man das W. im Juni, Dez., Jan., am schwächsten im Sept., Nov., April. (Corr.-Blatt des würt. Ver. X, 28.)

Mergentheim. In 10000:	*Im concentrirten W. Liebig.	*Im nicht concentrirten W. Liebig 1853.	*Im nicht concentrirten W. Wrede 1836.
Chlornatrium	161,38	66,754	69,79
„ kalium	2,381	1,018	
„ lithium	,048	,021	
Bromnatrium	,23	,099[1]	
Schwefels. Natron	66,762	28,637	26,
„ Magnesia	54,376	23,322	13,21
„ Kalk	13,309	9,88	8,98
Kohlens. Kalk	7,402	9,283	7,402
„ Eisenoxydul		,074	,03
Kieselsäure	1,392	,595	
Fester Gehalt	207,3	139,7	124,
Freie CO^2	ca. 3,	5,9 (?)	ca. 5,75.
Spezif. Gewicht	1024,	1007,75.	

[1]) Worin 0,077 Brom.

Wrede fand 0,13 Erdharz, Liebig Spuren von Bor u. Ammoniak, nicht von Ars., Stront., Mangan.

Ein von Fritsche analysirtes Bitter-W. im Kaukasus enthielt in 10000:

*Chlornatrium	101,72
„ kalium	,214
Schwefels. Natron	32,85
„ Magn.	50,31
Kohlens. „	2,2
„ Kalk	16,31
Kieselsäure	,79
Festen Gehalt	204,4.

Spuren von Eisen u. Thonerde.

Uriage, ein Dorf 2 Stunden von Grenoble gelegen, spendet jährlich 170000 K.M. einer 27° warmen bittern Soole, welche nach Gerdy (1849) enthält:

Chlornatrium	72,362
Jodcalcium	,011
Schwefels. Natron	10,116
„ Magn.	12,456
„ Kalk	14,296
Kohlens. „	2,051
Festen Gehalt	112,292
HS	ca. ,168.

Noch SiO^3 u. Spuren CO^2; auch *As*, 60 Z.T. Vol. *N*.

Der Gehalt dieser bittersalzigen Soolen lässt sich auf folgende Aequivalentwerthe (Quotiente) zurückführen.

Truskawice. Chlor geht weit über die Schwefels. (113,5 : 25,75), Alkalien zu Erden 99,7 : 40,1, Kali 5,73, u. Kalk 3,04 einbegriffen.

Friedrichshall. Chlor (mit Brom) geht über die Schwefels. (21,91 : 19,44), Alkalien (fast nur Natron) über die Erden (22,51 : 20,2).

Mergentheim. Chlor über Schwefels. (11,56 : 9,38, fast dasselbe Verhältniss wie bei Friedrichshall). Alkalien (fast nur Natron) über Erden (15,09 : 7,4; in letztern ist Kalk 3,31). Schwefels. Natron überwiegt etwas die schwefels. Magnesia. (Im concentrirten Mergenth. W. $Cl : SO^3 = 27,89 : 20,4$, Alkalien : Erden wie 37,29 : 12,28, worin Kalk 3,24.)

Uriage. Chlor 12,38, Schwefels. 5,6, Kohlens. 0,41, Natron 13,8, d. i. dreimal soviel als Magn.+Kalk (2,08+2,51=4,59).

§. 195. Aluminium, *Al*.

Aquarum frigidarum, quae aluminis naturam exhalant, quae stypteriazusas vocaverunt. Coel. Aurel. Tard. 4, 1.

Aequivalent von Aluminium 13,63 *), von Chloraluminium 49,09. Thonerde, Al^2O^3, besteht aus 27,26 Aluminium u. 24 Sauerstoff. Je 51,26 Thonerde verbinden sich mit je 120 (3 Aequ.) Schwefels. zum sogenannten neutralen Salze. Das Sulfat verbindet sich mit den Sulfaten von Kali, Natron, Ammoniak zu Doppelsalzen, Kalialaun, Natronalaun, Ammoniakalaun genannt. Diese Doppelsalze enthalten viel W.; z. B. hält der gewöhnliche Kalialaun fast die Hälfte W., dagegen nur etwas über $^1/_{10}$ Thonerde. Kieselsaure Thonerde bildet für sich u. mit kiesels. Natron (Kali, Kalk, Lithion) den grössten Theil der unlöslichen Silicate.

Löslichkeit u. Auflösung. Thonerde ist für sich unlöslich, sie wird aber durch Säuren, Natron, Strontian, Baryt löslich; z. B. ist Thonerde-Natron leicht löslich. »Man nennt die gallertartige Thonerde unauflöslich in den kohlens. Salzen des Kali, Natron, Ammoniak, obgleich man wohl keine absolute Unauflöslichkeit annehmen kann: jedoch ist die Löslichkeit eine sehr geringe.« (Mulder.) Chloraluminium u. schwefels. Thonerde sind ebenfalls leicht löslich. Die Doppelsalze des Sulfates sind auch mehr oder minder leicht löslich. Phosphors. Thonerde ist eine der am wenigsten löslichen Verbindungen, wovon selbst mit Hülfe der Kohlens. nur 0,00146 Z.T. in W. gelöst wird. Kaum mehr auflöslich ist die kiesels. Thonerde zu 0,03—0,0558 Z.T. in reinem Wasser, doch wird sie wohl in kohlens. W. etwas löslicher sein. Thonerde lässt sich auch wirklich durch Kohlens. aus Silicat-Gesteinen auslaugen, z. B. erhielt Struve auf diesem Wege einmal 0,023 Thonerde in Lösung, was freilich nicht die Hälfte von dem ist, was von kiesels. Thonerde schon ohne Kohlens. gelöst sein kann. Kiesels. Thonerde wird durch Lösungen von kiesels. Alkali löslicher (Bischof Geol. II, 2158). Kiesels. Thonerde kann auch in Berührung mit einer Lösung von Chlorcalcium u. Gyps Anlass zur Lösung von Chloraluminium oder schwefels. Thonerde werden nach Bischofs Versuchen. Die Verbindung der Thonerde mit CO^2 ist eine Zeitlang zweifelhaft gewesen; es besteht aber eine oder mehrere derartige Verbindungen, über die man freilich noch nicht einig ist. Sie ist aber unlöslich in W.; nur Blondeau wollte anders gefunden haben (Compt. rend. XXX, 481). Auch mit der Quell- u. Quellsatzsäure bildet Thonerde unlösliche Salze, wodurch wirklich gelöste Thonerde vielleicht öfters gefällt wird. Es mag diese Erde wieder oft das W. von einem Ueberschuss an jenen Säuren befreien.

So verbreitet auch die Thonerde in der Natur ist, so wird doch ihre Auflösung sehr beschränkt durch die Gelegenheit, welche sie überall hat, sich mit Kiesels. oder gar mit Phosphors. zu verbinden u. dann für das W. fast

*) Die Angaben variiren von 13,6—13,75.

unzugänglich zu werden. Das von verwitterten Gesteinen unlöslich Zurückbleibende ist ja eben kiesels. Thonerde. Cf. §. 95. Thatsächlich finden wir aber dennoch die Thonerde in Auflösung. Zeugniss dafür gibt einerseits das Vorkommen der Mineralien aus kiesels. Thonerde in Spalten u. Drusenräumen, wo sie sich aus dem W. ausgeschieden haben, andererseits das Eingehen der Thonerde in die Mischung der Pflanzensäfte. *) Dann zeigt auch die Analyse der W. selbst u. der an ihnen sich bildenden Absätze, dass die W. sehr oft Thonerde enthalten. Freilich ist die gelöste Menge meistens sehr klein. »Die Thonerde als Gallerte wird ebenso wie die gallertartige Kieselsäure nicht in grösserer Masse in Auflösung übergehen, weil bei der Verwitterung von Mineralien sie, wohl wie die Kieselsäure, nur in dem Augenblicke, wo sie aus ihrer Verbindung tritt (wenn es wirklich geschieht) auflöslich gewesen sein kann. Die gewöhnlichen W. der Brunnen u. Flüsse, welche an sehr vielen Orten mit verwitterten u. in Verwitterung begriffenen Thonerde-haltigen Gesteinen u. fein zertheilten Substanzen in Berührung gewesen sind, was oft lange dauerte, können in dieser Angelegenheit hinlänglich entscheiden . . . Was lehren nun die Kohlensäure-reichen M.W., welche durch allerlei Thonerde-haltige Gesteine dringen u. was lehren die gewöhnlichen W., welche, weniger CO^2 enthaltend, über die Thonerde-haltige Erdoberfläche hinfliessen? Dass die Thonerde äusserst wenig aufgelöst wird; denn kein einziges W. enthält mehr davon, als nur Spuren, wenn nicht Schwefels. oder andere Säuren in grösseren Antheilen darin aufgenommen sind . . . . Gewöhnlich wird die Thonerde bei Analysen von gewöhnlichen Wässern übersehen; so gering ist ihre Menge. Wird aber aufmerksam darnach gesucht, so findet man sie, wenn auch nur wenig . . . Die äusserst geringen Spuren aufgelöster Thonerde, welche in den Wässern der Erdoberfläche vorkommen, sind darin nun nicht in reinem W. oder durch CO^2 aufgelöst, sondern durch alle Bestandtheile, welche im W. sind u. die Fähigkeit haben sie aufzulösen, durch die Salze, als Chlorcalcium, Gyps u. s. w. . Demungeachtet fand man oft keine Thonerde in den Wässern oder nur Spuren, z. B. im Seinewasser nur 0,005, im W. der Doubs 0,021, im Rheinwasser nur 0,025, im W. der Rhone 0,039, im Loirewasser 0,071 Z.T., also in 1 Million W. nur 0,5—7 Theile. Es bleibt aber eine Frage, ob nicht bei M.W.-Analysen, wo die Thonerde-Antheile um so geringer ausfallen, je heller das W. ist, ein ansehnlicher Theil derselben, in dem fein vertheilten, kaum sichtbaren Lehm zu suchen ist.« Mulder Chem. d. Ackerkrume.

Besonders häufig scheinen die Thermen Thonerde in merklicher Menge zu enthalten; sie steigt z. B. bei Karlsbad auf 0,22—0,4, bei den stark alkalischen, an Kiesels. reichen Thermen von St. Nectaire auf 0,17—0,4; Teplitz enthält weniger. Cf. S. 250.

*) Besonders reich an Thonerde sind z. B. die Lykopodien. Auch der Weinstock nimmt sie zuweilen an. *Bischof fand z. B. im Moselweine sowohl wie im Markobrunner Rheinwein Thonerde, die er vom Thonschiefer ableitet, worauf diese Weine wachsen. Der Betrag der Weine an Thonerde ist zuweilen nicht unbedeutend, z. B. enthielt nach Pfeiffer's Analyse ein Obermoselwein 4,58 Chloraluminium in 10000.

Die Thermen von Aix in Savoyen haben in Bezug auf ihren kleinen Gehalt an Salzen (4,1—4,8) viel Thonerde (schwefels. Thonerde 0,55—0,66 u. noch etwas phosphors. Thonerde). Eine der dortigen Qu. heisst mit Recht Alaunquelle.

Die quantitative Bestimmung der kleinen Thonerde-Mengen geschieht oft minder genau, als die der andern Stoffe u. es sind viele Analysen in dieser Hinsicht wenig zuverlässig.

Ueberhaupt ist 0,5 Z.T. Thonerde in einem W. schon etwas Unerhörtes oder sicherlich doch etwas Ungewöhnliches, wenn nicht Chloraluminum oder schwefels. Thonerde vorhanden ist.

Als schwefels. Thonerde mag das Aluminiumoxyd wohl auch meistens in die gemeinen W. aufgenommen werden. So sollen die Prager Trink-W. Alaun enthalten. Reuss u. Rose sprechen in ihren orographischen Reisen von Qu., die Thonerde enthalten (Journ. de Physique XVIII). *) Reuss traf sie in einer böhmischen Qu., die aus einem Basalthügel entstand. Ein Quellwasser von Overthorp, welches Beeslay untersuchte, soll 0,138 basische u. 1,97 neutrale schwefels. Thonerde führen (Pharm. Centralbl. 1850, 399).

W. mit überschüssiger Salzs. oder Schwefels., wie solche S. 184 u. 283 angeführt worden sind, enthalten gewöhnlich auch viel Thonerde; so sind die Qu. von Cransac, wenigstens theil- u. zeitweise, als Thonerdesulfat-W. anzusehen (S. 165), auch das W. des Paramo di Ruiz (S. 285). Das W. von Rockbridge, Virginia, enthält ausser etwas Eisenoxydul-Sulfat u. 2,608 freier SO^3 noch 3,067 Thonerde.

In andern derartigen sauren Wässern herrscht Eisen vor; **) so zu Puzzola di Pienza, u. nach Hamberg's neuer Analyse zu Ronneby, wo auch Berzelius in einer andern Qu. viel mehr Eisen als Thonerde gefunden hatte, aber die Thonerde zu Chloraluminium u. zu Kali-, Natron- u. Ammoniak-Alaunen verrechnete. Das W. von Ronneby kommt wahrscheinlich aus Alaunschiefer.

Das sehr warme W. von Pisciarelli bei Neapel, das durch Regen gebildet wird, der auf die Solfatara fällt, soll auch mehr Eisen- als Thonerde-Sulfat enthalten. Hierher gehört auch die an der Nordseite des Agnano-Sees entspringende Acqua degli Astroni. Vgl. §. Schwefelsaures Eisen.

*) Ueber einen Brunnen mit terra sigillata (Thonerde-Absatz?) zu Laubach spricht *Valentini (Hist. simplicium, 373).

**) Es enthalten

$Al^2O^3, 3SO^3$	171,26	Theile	27,26	Theile	Aluminium, also
	85,63	„	13,63	„	„
$Fe^2O^3, 3SO^3$	200	„	56	„	Eisen, also
	100	„	28	„	„
FeO, SO^3	76	„	28	„	„ .

Es sind also äquivalent Al^2O^3, $3\,SO^3$ 85,63 Theile, FeO^3 $3\,SO^3$ 100 Th., FeO SO^3 76 Th.. Verhält sich also schwefels. Thonerde zu schwefels. Eisenoxyd oder Oxydul so, dass das Verhältniss günstiger für die schwefels. Thonerde ist, so ist Thonerde über Eisen vorherrschend.

Ratzes im Eisackthale besitzt eine kalte aus Thonschiefer kommende Qu., die reich an Thonerde u. Eisen ist.

Merkwürdig sind die auf Moorgrund entspringenden Qu. zu Neudorf im Pilsener Kreise, die nach Peithner's Analyse enthalten sollen: Thonerde 1,5, Thonerdekali 0,26, schwefels. Eisen 1,4, Chloreisen 0,09 mit noch 1,87 Z.T. anderer Substanzen.

Die Eisenvitriol-W. von Passy werden wir mit andern derartigen Wässern an späterer Stelle besprechen. Zwischen Passy u. Autouil ist eine von Henry 1850 analysirte Brunnquelle, die ausser 0,51 schwefels. Thonerde-Kali-Ammoniak noch 4,95 schwefels. Thonerde mit 2,2 schwefels. Eisenoxydul enhalten soll.

Im W. von Gyongyos scheint auch mehr Thonerde (fast 3 Ź.T. Sulfat) als Eisen vorhanden zu sein; der Gehalt von beiden ist aber nicht gross.

Frei von Eisen sind Thonerde-Sulfat-W. selten. Das W. von Andard hat in 4 Z.T. festen Gehalt 0,72 $Al^2O^3\ SO^3$, aber kein Eisen. Auch soll in dem Thonerdesulfat-haltigen W. von Overthorp, worin ein Niederschlag von 75 % Thonerde u. 25 % SO^3 sich (beim Abdampfen?) bilden soll, kein Eisen sein.

Auf der japanischen Insel Jezo sind zwei Arten von Vulkanen (Kumagatake 3200′ hoch u. Issau 1900′ hoch); beide liefern Schwefel u. Alaun; letzteren in einer 51° heissen Qu. am Issau auf 1000′ Höhe, welche vielleicht 1/48stel ihres Gewichts (210 Z.T.) Alaun enthält. — Zu Mehor, Provinz Cutsch in Ostindien ist ein Alaunlager in der Nähe eines erloschnen Vulkanes, wobei die einem Götzen geheiligte Alaunqu. liegt (Pierer's Annal. 1823). Cf. S. 323.

Ob die Qu. zu Zovany in Siebenbürgen so viel schwefels. Thonerde enthält, wie eine alte Analyse angibt, ist zweifelhaft. Im Parader Alaun-Bade sollen 4,5—11,2 schwefels. Thonerde *) sein.

In einigen Soolwässern ist ein merklicher Betrag von Thonerde, der beim Verdampfen derselben in den Mutterlaugen zu ziemlich ansehnlichen Mengen anwächst u. dann als Chloraluminium berechnet zu werden pflegt. Cf. §. Mutterlaugen.

In den meisten kalten Wässern mit Thonerde-Sulfat ist der Gehalt sehr wechselnd.

Die Absätze, welche vorzugsweise Thonerde enthalten, sind sehr selten. Die Crucifixqu. von Plombières setzt am Ausflusse eine weisse schmierige Substanz ab, die mit W. eine Emulsion bildet u. als Seife benutzt werden kann. Dieselbe besteht aus 61 Prozent Thonerde, 30 Kieselerde, ferner aus kohlens. Kalk u. Eisen u. ist frei von organischer Substanz; das W. dieser Qu. soll 0,12 Thonerde nach Henry, nach anderer Analyse 0,078 phosphors. Thonerde enthalten. — Der Sinter einer Therme auf Neuseeland hat 9,7 Prozente, derjenige einer Therme von Taupo 1,58, Sinter mehrer isländischen Thermen 0,69—2, der einer Leitungsröhre zu Pfäfers 21,7 Prozente Thonerde. Vgl. S. 325. Es findet sich noch ein nennenswerther Antheil von Thonerde in den Sintern u. Oekern von St. Allyre, Ems, Viterbo, Teplitz (2 %). In allen diesen Fällen fragt es sich aber sehr in wiefern die Thonerde eine zufällige nicht im W. gelöst gewesene Beimengung war. Cf. S. 277.

---

*) Wo „schwefels. Thonerde" angeführt ist, möchte nicht immer $Al^2O^3\ 3\ SO^3$ gemeint sein; es wird die Formel selten angemerkt.

§. 196. Chrom, *Cr*, Beryllium, *Be*, Cerium, *Ce*, Yttrium, *Y*,

sind an dieser Stelle erwähnt, weil sie zu derselben Gruppe wie Magnesia u. Aluminium gehören. Alle kommen nur selten u. in geringen Mengen vor mit Ausnahme von Chrom, das etwas mehr verbreitet ist.

Chrom, welches einigen Arten Serpentin in kleinen Quantitäten beigemischt ist, könnte leicht auch in M.Wässern vorkommen. Bis jetzt hat aber nur Göttl es im Karlsbader Schlossbrunnen finden wollen.

Beryllium oder Glycin. In der gleich folgenden Analyse von Rio tinto finden wir auch Glycinoxyd aufgeführt. Nach *Merat's Referat soll Pomier (Voy. I, 357) im M.W. von Antiveilles Glycine (süsse Salze bildende Mineralerde) gefunden haben.

Yttrium, Cerium. In Rubio's Werk über spanische M.W. findet man eine ausführliche Mittheilung von Moreno über ein Eisenvitriolwasser, welches zu Rio tinto, einem Städtchen des Bezirks Valverde del Camino, Prov. Huelva, in alten kupferhaltigen Eisenminen reichlich vorhanden ist. Das W. soll geruchlos, grünblau u. am Ursprung 22^{0}5 warm sein u. bei 12^0 1276 spez. Gew. (W.=1000) haben. Wenn nicht schon die abgerundeten Zahlen anzeigten, dass hier nur von einer ungenauen Analyse die Rede sein könnte, so würde das dem Gehalte gar nicht entsprechende Gewicht den Verdacht der Unzuverlässigkeit erregen. Es soll in 2 Pfunden (von wie viel Gran?) enthalten sein an Granen: *)

Freie Schwefelsäure	?	Eisenoxyd	37,7
Kieselsäure	1,5	Kupferoxyd	4,96
Arsensäure	,9	Zink	2,
Magnesia	2,	Yttriumoxyd	3,
Kalk	1,	Glycinoxyd	1,78
Lithion	1,5 !?	Ceriumoxyd	1,
Thonerde	1,5	Organisches	?

In den schwach mineralisirten Bejar-Thermen soll Lletget (1849) Ceriumoxyd (0,07 Gran im Pfund von wie viel Granen?) gefunden haben, oder 7/241 des ganzen Gehaltes.

§. 197. Mangan, *Mn*.

Aequivalente: Mangan, *Mn*, 27,6; Manganchlorür, *MnCl*, 63,1; Manganchlorid, Mn^2Cl^3, 161,58; Manganoxydul, *MnO*, 35,6; Manganoxyd (oder Sesquioxyd), Mn^2O^3, 79,2; Manganoxydul-Oxyd, $MnO\ Mn^2O^3$, 114,8; kohlens. Manganoxydul 57,6, doppeltkohlens. Manganoxydul 79,6, schwefelsaures Manganoxydul 67,6. Schwefels. Manganoxydul bildet mit schwefels. Natron ein Doppelsalz.

---

*) Da der Leser schon an der Mittheilung solcher Resultate Anstoss nehmen wird, so bin ich der Angabe der aus diesen Bestandtheilen combinirten Salze u. der Reduktion der Zahlen auf 10000 Gewicht enthoben. Ich will aber noch bemerken, dass man sich auf ein anderswo gegebenes Referat nicht verlassen muss, weil es fehlerhaft ist.

Löslichkeit. Sulfat u. Chlorür sind leicht löslich. Das Protocarbonat ist nach Lassaigne zu $^4/_{10000}$ in W. mit Hülfe der Kohlensäure löslich, nach Andern in höherm Grade.

Vorkommen im Boden. Mangan findet sich in vielen Silicaten (Epidot, Granat, Carpholithe etc.). Als Silicat wird Mangan zu St. Marcel in Piemont, in Algier u. Mexiko gefunden. Viele Urgesteine enthalten neben Eisen auch Mangan. Thonschiefer ist oft reich an Mangan. Kohlensaures W. löst auch wirklich aus den Steinen Mangan auf, wie *Struve durch Versuche bestätigte. Mittels compromirten kohlens. W. löste er aus Basalt 0,044, aus Syenit 0,314 für 10000 W.; ohne Compression löste sich aus dem Basalte kein Mangan, aus dem Syenite 0,271. In grösserer Menge wird Mangan jedoch nur stellenweise gefunden u. ist dann besonders mit O verbunden. Von den verschiedenen Oxydationsstufen, worunter auch Hausmannit u. Manganit gehören, ist Braunstein, MnO^2, die wichtigste. Schwefelblende u. Hauerit sind natürliche Verbindungen des Schwefels mit Mangan. Im natürlichen kohlens. Manganoxydul, dem Manganspath, ist ein Theil des Mangans stets durch Calcium, Magnium oder Eisen vertreten. In einem Mangan-Magnesia-Alaun fand Stromeyer (1834), ausser schwefels. Magn. 42,654 u. W. 49,243, noch schwefels. Mangan 7,667. Die meisten Manganerze selbst sind einst aufgelöst gewesen u. wieder abgelagert worden. Wo das W. für sich lösliche Mangansalze trifft, oder solche, die es mit Hülfe freier Kohlens. oder freier Salz- oder Schwefels. auflösen kann, wird es je nach den Umständen davon annehmen.

Vorkommen in den Wässern. Es wird sich schwerlich eine Qu. finden, die so viel Mangan-Carbonat enthält, als der Auflöslichkeit jenes Salzes entspricht. Ein W., wie das nicht trinkbare, bräunlich aussehende eines Brunnens zu Rouen, welches 6,58 rothes Oxyd (Oxydul-Oxyd, Mn^3O^4) ohne eine Spur von Eisen hat (Girardin im Annuaire des Eaux I, 97), wird es wohl als Sulfat enthalten.

Im Allgemeinen trifft man das Mangan in Verbindung mit Eisen an, u. zwar ist gewöhnlich eine grössere Menge von diesem als von jenem vorhanden; zuweilen ist auch der Fall umgekehrt, besonders, wenn der Eisengehalt gering ist, z. B. in den Thermen von Aix. So hat auch das W. von Narzan kohlens. Mang. 0,0085 auf kohlens. Eisen 0,0046, das des Nidelbades 0,0368 von jenem auf 0,026 von diesem, das von Kislawodsk 0,065 von jenem auf 0,035 von diesem, also ist zuweilen doppelt so viel Mangan als Eisen vorhanden. Selten fehlt das Eisen ganz, wie im obigen Falle.

Relativ zu den übrigen Bestandtheilen ist der Mangan-Gehalt öfters bedeutend. Er betrug z. B. in Spa $^1/_7$, in der Stahlqu. des Augustusbades $^1/_4$ des Festen. Auch im W. des Brunnens zu Rouen betrug es fast $^1/_4$ des gelöst u. schwimmend darin Enthaltenen.

Mangan fand schon Volta in einem italienischen W., Graf 1801 im W. von Fuchsmühle; *Bergmann fand es im J. 1780 in den M.W. der Chatillon-Ufer (côte de Châtillon en Bugey). Es ist daher nicht Vauquelin im J. 1813, wie ein französischer Balneologe meint, der Erste gewesen, der es in M.W. antraf. Die quantitative Bestimmung des Mangans war bis zur neuern Zeit sehr mangelhaft.

Von den vielen M.W., in denen man Mangan quantitativ bestimmt hat, hebe ich folgende heraus u. gebe an, wie viel einfach kohlens. Oxydul

sie enthalten. Es wurden fast nur Bestimmungen der letzten 2 Jahrzehnde benutzt.

Pyrmont, der Neubrunnen, hatte nach Wiggers 1857 0,9566 (mehr als das Doppelte vom Eisen), andere Qu. weniger, hinunter bis 0,017 *); Teplitz nach Ficinus 1835 0,04—0,156, ja eine Qu. 0,496, nach Wolf weniger; Altwasser 0,169—0,208 nach Fischer; Elster 0,191 nach Flechsig 1856, Marienqu. 0,109 nach Stein 1850; Schwalbach 0,066—0,133 u. Fresenius 1853; Rothenfelde 0,12: Wiggers 1840; (Niedernau 0,086: Gmelin 1827; Spa 0,068: Struve 1824; Franzensbad Wiesenqu. 0,027: Zempsch 1833, 0,088: Wolf 1838; Königswart 0,07: Berzelius 1823); Nauheim's Trinkquellen 0,029—0,072: Bromeis, Chatin, in den Badequ. mehr; Langenau 0,05: Poleck 1850; Nidelbad 0,037: Löwig; Marienbad, Kreuzbrunn, 0,036: Struve 1842, 0,05: Kersten 1843, Wiesensäuerling 0,116: Steinmann; Karlsbad höchstens 0,0246: Struve 1834; Wolf fand im Marktbrunn fast ebenviel; Kronthal 0,029: Löwig 1854; Soden No. I 0,026; Dürckheim 0,0066: Herberger. (Es wäre wohl besser, ich hätte die Zahlen des Carbonates auf Manganmetall reducirt, wovon jenes fast die Hälfte, 47,9 %, enthält.) In Freiersbach, wo Junghans 0,52 kohlens. »Oxyd« gefunden hatte, traf Bunsen nur Spuren. Andrejapol, Kuppis, Maschuko, Semenowsk, Wuissoko in Russland werden noch als manganhaltig angeführt; auch noch Adolphsberg, Ax, Daruvar, Ems, Hofgeismar, Godelheim, Imnau, Nauheim, Roche-Cardon u. viele andere.

In einigen Quellen, worin die Sulfate vorherrschen u. in denen sogar freie Schwefels. vorkommt, wie dies bei den Qu. von Cransac u. Ronneby der Fall ist, hat man sich das Mangan in Verbindung mit Schwefels. zu denken. Diese W. wechseln im Gehalte an Salzen überhaupt, sowie an Mangan insbesondere, sehr. Man hat im W. von Cransac, das aus der Auflösung der Efflorescenzen u. Sublimate eines brennenden Steinkohlenflötzes entsteht, schon mehrere Z.T. Sulfat gelöst gefunden. Sonst herrschen schwefels. Thonerde u. andere Sulfate vor; Eisen scheint weniger vertreten zu sein, als Mangan. Das sehr veränderliche W. von Ronneby enthielt bei der Untersuchung, die Hamberg 1858 damit anstellte, 1,442 Sulfat des Oxyduls in der einen Qu. u. 0,283 in der andern. Die Trinkqu. von Muskau hat 0,072, die Badequ. 0,217 Oxydul-Sulfat. Das Sulfat enthält 40,8 % Mangan-Metall.

Chlormangan wird selten als Bestandtheil der M.W. angegeben.

Sehr merkwürdig ist der Mangan-Gehalt einer Qu. von Luxeuil. Schon früher hatte man an einer dortigen Therme eine Eisenmine entdeckt, die über 5,3 % Manganperoxyd enthielt. Andere Manganerze in der Nähe waren aber nicht bekannt. In einer dort gefundenen Eisenqu. wurde dann von Braconnot

---

*) „Das Mangan ist ein Bestandtheil unseres Buntsandsteins, der Geburtsstätte unserer M.Quellen; es findet sich bei uns ausserdem auch noch als dichter Schwarzbraunstein, auf den Absonderungsflächen des Buntsandsteines, kleintraubig u. nierenförmig aufgewachsen vor; auch als erdiger Schwarzbraunstein, u. auch als Wad (Manganschaum) hie u. da, als Anflug oder Ueberzug des Buntsandsteins ebensowohl, als, stellenweise, des oberhalb unserer Eisensäuerlinge anstehenden Kalktuffs.“ Menke Vorwort zu Wiggers chem. Unters. der Pyrmonter Eisensäuerl. 1857.

0,22 Manganoxyd in 10000 neben 0,27 Eisenoxyd u. anderen unlöslichen Eisenverbindungen nachgewiesen. Dieses W. setzt sehr schnell das Eisen ab, während Mangan aufgelöst bleibt. Im Absatze der Qu. sind Mangan u. Carbonate nur spurweise vorhanden, während Eisenoxyd an 52,3, Eisenphosphat an 19,9, Eisenarseniat an 2,77 % ausmacht. (*Chapelain in Annales d'hydrol. I.) Aber auch die Thermen von Luxeuil setzen Mangan in Menge ab, wie aus den Analysen von 4 Ockerabsätzen hervorgeht.

Diese waren folgenden Ursprungs. I vom Damenbad, II von der gelatinösen Qu., III vom Grossbad; IV ist ein auf den Bassins schwimmender sich langsam senkender Ocker. Sie enthielten nach Henry.

In 100:	I	II	III	IV
Mangansesquioxyd	61,638	81,923	32,671	,563
Eisensesquioxyd	1,036	,992	,916	61,055
Mangansilicat u. Baryt	32,1	9,344	44,952	12,632
Kieselsäure	4,144	6,722	21,461	15,625
Organisches	1,082	1,02	Spur	[Spur Kupfer]
Arsen	Spur	Spur	Spur	!
Glimmer				10,125.

Die Absätze I—III sind fast ganz frei von Eisen. Derartige Ausscheidungen sind aber selten. Ein ähnlicher, ganz eisenfreier Absatz kommt bei einer 72°8 heissen Salztherme zu Conocuco bei Popayan vor. Der Absatz enthielt $CaO\ CO^2$ 74,2, $Mg\ CO^2$ 4, $MnO\ CO^2$ 21, $NaO\ SO^3$ 0,8 %. (Boussingault in Ann. de Chim. 1833, LII.) Auch in Afrika gibt es eine Therme, die während ihres kurzen Laufes sehr dicke Mangan-Inkrustationen absetzt u. nicht eisenhaltig sein soll (*Gumprecht M.Qu. Afrika's 57, 58). Im Leitungsrohre der Qu. zur russischen Krone zu Karlsbad wurde von Kersten ein Absatz von Manganhyperoxyd gefunden. Das Karlsbader W. ist aber nicht ganz frei von Eisen. Eine ungeheuere Menge Mangan fand sich einmal in einem Süsswasserkanale von Nürnberg. Ein Münchener Gemeinwasser, welches nur sehr geringe Spuren von Mangan enthält, setzt manchmal in den bleiernen Leitungsröhren eine dunkelbraune, leicht zerreibliche Masse ab, die die grösste Aehnlichkeit mit Manganschaum oder Oxydulhydrat hat u. beinahe nur aus Manganoxydhydrat besteht. Röhren von 3/4 Zoll Licht werden schon binnen 2 Jahren ganz damit verstopft. (Buchner's Repert. 1846.) Der Niederschlag einer M.Qu. zu Grafenort, 2½ Ml. von Landeck, wurde vom Mangangehalt an der Luft schön rosenroth (Friese).

Die Ocker mit einigen Prozenten Mangan sind selten; von Marienbad, Alexisbad u. Luxeuil sind solche analysirt worden. Der Absatz einer Qu. zwischen Alexisbad u. Mägdesprung enthielt 6,9 % Manganoxydul. Die natürlichen Eisenspathe aber, die auch als Absätze von M.W. zu betrachten sind, pflegen mehr oder weniger kohlens. Mangan zu enthalten. Zuweilen beträgt dieses 12—16—40 % des Ganzen.

§. 198. Eisen, *Fe*.

Aequivalente. Eisen, *Fe*, 28. Eisenoxydul, *FeO*, 36. Eisenoxyd, Fe^2O^3, 80. 10 Oxyd entsprechen im Eisengehalte 9 Oxydul. Schwefeleisen, *FeS*, 44. Eisenchlorür, *FeCl*, 63,48. Eisenchlorid, Fe^2Cl^3, 162,44. Kohlens. Eisenoxydul, $FeO\ CO^2$ 58. Eisen-Bicarbonat $FeO\ 2\,CO^2$, 80. Schwefels.

Eisenoxydul, $FeO\ SO^3$, 76. Schwefels. Oxyd $Fe^2O^3\ 3\ SO^3$, 200. 100 Th. Bicarbonat entsprechen im Gehalte an Eisen 72,5 Carbonat. 100 Th. Carbonat enthalten 62,07 Th. Oxydul oder 48,28 Metall. 100 Th. Bicarbonat haben 45 Oxydul oder 35 Metall.

Nachweis. Zum Nachweise des Eisens hat die Chemie sehr weitreichende Reagentien. Noch 0,0047 Eisenoxydul in 10000 W. ist nach *Buchner (1836) direkt zu erkennen. Aber es gibt W., die eine so geringe Menge enthalten, dass selbst die empfindlichsten Reagentien es nicht anzeigen, bei denen aber dennoch ein Absatz von Eisenocker merkbar ist. In dem süssen W. der Sümpfe wird man schwerlich durch Reagentien das Eisen erkennen; aber an der Regenbogenhaut des Wasserspiegels u. an dem mit der Länge der Zeit entstehenden Niederschlage von Eisenoxydhydrat erkennt man deutlich seine Gegenwart.

Löslichkeitsverhältnisse. Eisenoxyd ist unlöslich in W., das keine Säuren enthält. Eisenoxydul ist fast unlöslich; nach Bineau lösen 150000 Th. W. 1 Th. Oxydul u. geben damit eine alkalisch reagirende Flüssigkeit von deutlichem Eisengeschmack. Für 10000 W. wäre das also 0,067 Oxydul oder 0,052 Metall (mehr als 0,1 kohlens. Oxydul entsprechend). Chloreisen ist leicht löslich. Auch Jodeisen ist löslich in Wasser.

Die Sulfate sind leicht löslich.

Kohlens. Eisenoxydul, an sich unlöslich in W., wird mit Hülfe der Kohlens. als Bicarbonat (oder Polycarbonat) gelöst. Um die Löslichkeit desselben kennen zu lernen, rührte Bischof gepulverten Sphärosiderit, der 77 % kohlens. Eisenoxydul enthielt, in mehrere Ohme W. ein u. leitete 9 Stunden lang eine grössere Menge Kohlensäure durch u. fand so, dass 10000 Th. W. 6,0755 Th. kohlens. Oxydul (als Bicarbonat) gelöst hatten. In 10000 kohlens. W. können also 8,38 Bicarbonat sich lösen. Nach v. Hauer kann man, wenn durch Erhitzen von oxals. Eisen in Wasserstoff dargestelltes Eisen in kohlens. W. gebracht wird, eine Lösung erhalten, welche in 10000 höchstens 9 (kohlens.?) Eisen enthält. Bei Gegenwart von kohlens. Kalk oder kohlens. Natron wurde stets weniger gelöst. (Döbereiner, 1811, wollte 4 [0,4?] gr. kohlens. Oxydul in der Unze, also fast 93,7 kohlens. Eisen in 10000 kohlens. W. gelöst haben.) »Phosphors. Eisenoxyd ist ebenso wenig in kohlens. W. ganz unauflöslich wie phosphors. Eisenoxydul, wenn sie dadurch erhalten werden, dass durch phosphors. Natron ein Eisenoxydul- oder Eisenoxydsalz niedergeschlagen u. Kohlens.-W. hinzugefügt wird.« (Mulder.) Eisen-Silicate gehören zu den unlöslichsten Verbindungen.

Schwefeleisen löst sich in lufthaltigem W. ein wenig unter Zersetzung auf; in W. mit alkalischen Schwefelmetallen ist es unlöslich, in verdünnten Mineralsäuren leicht löslich.

Die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff ist kein absolutes Hinderniss für das Gelöstsein des Eisens, da jener unter Umständen weder die sauren noch neutralen Auflösungen von Eisenoxydul fällt. Wo sich Schwefeleisen ausscheidet, kann es lange suspendirt bleiben u. dem W. eine schwärzlich grüne Farbe mittheilen. Cf. §. 161.

Vorhandensein von Oxydul oder Oxyd. Wenn das W. blos sehr wenig Oxydul enthält, so macht Galläpfeltinktur erst allmälig eine Trübung u. das W. wird dann bläulich; bei Gegenwart von Oxyd entsteht die bläuliche Farbe sogleich. Auch gelbes Blutlaugensalz präcipitirt alle W. mit Eisenoxydul

anfangs weiss; bei längerer Berührung mit der Luft wird der weisse Niederschlag blau. Dagegen macht rothes Cyaneisenkalium sogleich einen bald blau sich zeigenden Niederschlag mit Oxydul-Salzen, wogegen die Flüssigkeit, wenn sie Oxyd enthält, braun-grünlich gefärbt wird.

Nach Daubrée ist das Eisen gewisser Sümpfe als Protoxyd vorhanden. Das ist wohl nicht immer der Fall.

Herkunft des Eisens der gemeinen u. edlen Wässer. Schon der Regen u. der Schnee kann in der Luft Minima von Eisen antreffen u. es, wenn auch nicht in Lösung, zur Erde herabführen. Dann findet das W. überall auf Erden Eisen, grösstentheils zwar als Oxyd, theils aber auch als Oxydul. Das Oxydul ist schon durch CO^2 u. Quellsäure löslich, das Oxyd durch Humussäure, Salzsäure, Schwefels., u., unter gewissen Verhältnissen, durch Quellsäure. Die Ackererden sind reich an Eisenoxyd, enthalten aber auch Oxydul, das bei Anwesenheit von Feuchtigkeit durch Reduktion des Oxyds mittels der organischen Substanz beständig gebildet wird. Fast jedes Mineral enthält Eisen, viele eben auch Oxydul. Uebergehen wir die sekundären Absätze aus Gewässern, namentlich den Spatheisenstein, der hauptsächlich aus kohlens. Eisen mit verschiedenem Gehalte an Mangan besteht, u. wenden uns den Feldspathen zu.

Diese enthalten, wie aus dem Ockerfarbigwerden derselben hervorgeht, das Eisen als Oxydul, was sich theils durch den O der Gewässer oxydirt, theils aber auch in kohlens. W. lösen muss. Die bläulichen u. grünlichen Färbungen der Feldspathe deuten nur auf Oxydul. Als Oxyd berechnet ist $^1/_3$ bis 5 % in den verschiedenen Arten dieser Gesteinart gefunden worden. Auch der Versuch hat die Löslichkeit des Eisengehaltes solcher Gesteine herausgestellt. Struve behandelte Klingstein vom Donnersberge, Rogers viele Mineralien mit kohlens. Wasser. Beide fanden hernach kohlens. Eisen im W. gelöst, was bei dem Versuche von Struve, der bei vermehrtem atmosphärischem Drucke angestellt wurde, ziemlich viel betrug. Aus Basalt zog er mit kohlens. W. 0,4, aus Syenit 0,045, mit Hülfe von Compression aus jenem 0,044, aus diesem 0,55 kohlens. Eisenoxydul mit 10000 W. aus. —

Selten hat sich der Chemiker veranlasst gesehen, das Eisen mit Schwefel zu combiniren, wie Filhol bei Bagnères de Luchon, wo keine Kohlens. vorhanden ist u. wo er Eisen für 0,003—0,028 Schwefeleisen antraf, — oder kieselsaures Eisen aufzustellen, wie Ragazzini bei Abano; häufiger trifft man die Combination von Phosphorsäure mit Eisen, die aber selten, wie bei Cheltenham, wo 0,026 phosphors. Eisenoxyd neben 0,086 kohlens. Eisenoxydul vorhanden ist, quantitativ bestimmt wurde. Bei Kochel gibt Pettenkofer phosphors. Eisen 0,729 an; es war aber nicht ganz rein gewesen. Derartige Combinationen sind aber ziemlich willkürlich.

Kieselsaures Eisenoxydul ist eine höchst unlösliche Verbindung, die bekanntlich eben der Unlöslichkeit wegen zum Conserviren des Holzes,

---

*) Die Glimmer enthalten nach den Analysen von A. Mitscherlich ausser 1,2—3,4 % Eisenoxyd noch 3—15,4 Eisenoxydul u. Hornblenden ausser 5,7—25,4 Oxyd noch 2,6—19,3 Oxydul. In Staurolithen fand er 13,6—14,4 % Eisenoxydul, in Turmalinen 5—17,3 %.

z. B. der Dachschindeln, gebraucht wird. Wird durch die CO^2 die Präcipitirung der Kieselsäure u. des Eisenoxyduls, die sich so häufig in den Wässern begegnen, aufgehalten? Manche W. sollen das Eisen grade als Silicat aufnehmen, z. B. Neusalzwerk, dessen Bohrloch im Muschelkalk steht, worin viel Eisensilicat ist.

Zuweilen hat der Chemiker das Eisen, wohl meistens unnöthiger Weise, mit Chlor in Verbindung gebracht, z. B. bei den Wässern von Alexisbad, Neudorf, Tjipannas auf Java; im letzgenannten gibt Mayer 2,95 Fe^2Cl^3 an. Für zwei W. zu Kolberg combinirte Wöhler (1858) Chloreisen 0,04—1,915 neben 0,02—0,855 Eisencarbonat. Ueber ein W. mit 276 Z.T. Eisenchlorid s. S. 184.

Eisensulfat ist in vielen Wässern vorhanden, meistens als Oxydul, namentlich in Grubenwässern; doch wenige sind als Heilwässer benutzt u. darum werden solche selten analysirt. Sind sie stark mit Eisensulfat versehen, so können sie sogar als giftige W. berüchtigt werden. Ein derartiges Giftwasser soll es auf Elba geben. Es scheint, dass die Mineralisirung der Eisensulfat-W. meistens durch Auswaschung von Eisenkies-Lagen, worin sich an der Luft Eisensulfat u. freie Schwefels. gebildet haben, vor sich geht. Cf. S. 283. Darum richtet sich auch die Stärke dieser W. oft sehr nach der kurz vorher gefallenen Regenmenge.

Quantitative Bestimmungen geben deshalb nur einen ungefähren Anhaltspunkt. Wie wechselt nicht der Eisenvitriol in den W. von Cransac? Hier tritt er aber gegen die schwefels. Thonerde sehr zurück.

Das W. der alten Qu. zu Ronneby hat nach Hamberg das eine Jahr fast doppelt so viel Eisen als das andere Jahr. Berzelius hatte als festen Gehalt 25,2 Z.T. mit 10,7 schwefels. Eisenoxyd gefunden, Hamberg 1858 aber nur 14,8 Z.T. mit 3,28 schwefels. Eisenoxydul.

Die Eckholtzqu. von Ronneby hat 24,96 Z.T. neutrales schwefels. Eisenoxydul (neben 15,04 schwefels. Thonerde u. 1,44 schwefels. Manganoxydul).

Das W. eines toskanischen Sees soll 69 Z.T. Eisenoxydul-Sulfat enthalten, der Parader Teich 44 Z.T.. Die Sandrocksqu. der Insel Wight hat soviel Eisenoxydul- u. Thonerde-Sulfat, dass sie nicht unverdünnt getrunken werden kann. W. von Muskau enthalten, neben Eisen-Carbonat, 1,99—7,84 Sulfat, die mit freier SO^3 versehenen W. von Rockbridge (Virginia) 0,83—3,73 Z.T. Sulfat, Mitterbad 2,91 Z.T. Oxydul-Sulfat.*) Mseno, Civillina u. viele andere gehören noch zu den Eisensulfat-Wässern.

W. mit Chloreisen oder Eisensulfat büssen leicht einen Theil ihres Eisens, wenn nicht alles, durch die Einwirkung der Luft ein.

Eisenchlorür wird an der Luft, wenn ihm der O einen Theil seines Eisens raubt, zu Eisenchlorid: $6\,(FeCl)+O^3=2\,(Fe^2Cl^3)+Fe^2O^3$. Schwefelsaures Eisenoxydul wird unter denselben Verhältnissen zu schwefels. Oxyd: $6\,(FeO,\ SO^3)+O^3=2\,(Fe^2O^3,\ 3\,SO^3)+Fe^2O^3$. Wenn also Eisenchlorür u. Eisenoxydul-Sulfat an der Luft Eisenoxyd bilden, so ist zugleich eine Umwandlung in Chlorid u. Eisenoxyd-Sulfat gegeben.

Eine Lösung von Eisenoxyd-Sulfat löst zwar viel Eisenoxydhydrat auf; bei der Verdünnung scheidet sich jedoch unter gewissen Verhältnissen ein brauner

*) Oft ist nicht gesagt, ob Eisenoxydul- oder Eisenoxyd-Sulfat gemeint ist.

Niederschlag aus, welcher fast alles Sulfat u. Hydrat enthält. Auch bei der Oxydation des schwefels. Eisenoxyduls scheidet sich ein basisches Eisenoxyd-Sulfat ab.

Es mögen hier ein paar Versuche Platz finden, welche Hamberg anstellte mit dem W. der alten Qu. von Ronneby (mit 3,23 schwefels. Eisenoxydul u. nur 0,6 freier SO^3) u. mit dem W. der Eckholtzqu. (mit 24,96 schwefels. Eisenoxydul u. 1,05 freier SO^3). „Zu diesen Versuchen wurde gleich nach dem Pumpen gewonnenes W. in Glasbechern von gleicher Grösse u. Form unbedeckt hingestellt.

1) Wasser der alten Quelle. Am 18. Mai 9 Uhr M. hingestellt, war es am 23. Mai 8 Uhr M. noch vollkommen klar, aber etwas gelb geworden.

2) Eckholtz-Quelle. Wasser vom 18. Mai 9 Uhr M. war am 21. Mai Nachm. opalisirend u. hatte einen geringen Niederschlag gebildet.

Das Eisen ist also in diesem W. sehr fixirt. Es erklärt sich dies daher, dass das gebildete Oxyd von der überschüssigen Schwefelsäure aufgelöst gehalten wird. Die Eckholtz-Qu. trübt sich eher, weil sie viel Eisen enthält u. der Ueberschuss von freier Schwefelsäure leichter gesättigt wird, wonach basisches Eisenoxydsalz sich bildet.“ Auf Kork- oder Glasstöpfel-Flaschen hielt sich das W. fast unverändert.

Das W. von Passy, welches zu Zeiten fast kein Eisen hat, ist doch im Gewöhnlichen für den innerlichen Gebrauch zu stark, weshalb man es sich an der Luft abschwächen u. Ocker absetzen lässt. Das 2—3 Wochen an der Luft gestandene W. schmeckt weit weniger unangenehm, hat aber kein Eisen mehr oder nur noch Spuren davon; es ist dabei säuerlich geworden.

Die Verschiedenheit des frischen (A) u. des gestandenen W. (B) soll sich nach Barruel in folgender Weise ausdrücken:

	A	B	
Chlornatrium	3,61	7,27	
Schwefels. Magnesia	12,24	25,89!	
„ Kalk	46,74	48,2	
„ Eisenoxydul *)	9,35	1,3	*) Säuerliches.
Kalialaun	4,06	8,37	
Kohlens. Eisen	,44	0,	
Fester Gehalt	76,4	91,	
CO^2	,15	0.	

Diese beiden Analysen können aber nicht dem W. desselben Zeitraumes entsprechen, wenn das W. sich beim Stehen nicht sehr concentrirt hatte. Jedenfalls zeigt es sich aber, dass ein längeres Stehen an der Luft den Eisengehalt sehr vermindert.

Die Sulfate von Eisen werden durch organische Substanzen auch oft zu Schwefeleisen reducirt.

Eisenvitriol kommt in der Natur öfters fertig gebildet vor u. ist gewiss oft ein Verdunstungs-Rückstand solcher W., die ihn gelöst hielten. In Chili finden sich z. B. mächtige Lager eines schwefels. Eisenoxyds.

Unterschwefligsaures Eisen (1,238) neben schwefels. Eisenoxydul (2,2) u. schwefels. Thonerde (1,86) schrieb Molnar dem W. von Erdöbenye zu.

Auf das kohlensaure Eisenoxydul kommen wir im nächsten §. zu sprechen.

Es bleiben noch die Combinationen des Eisens mit den Quellsäuren. Vielleicht ist bei den gemeinen u. edlen Wässern höchst selten ein Grund vorhanden, das Eisen, u. nicht vielmehr eine andere Basis, mit der organischen Säure zu vereinigen; doch hat man sich gewöhnt, in den W., die keine freie CO^2 oder sehr wenig davon enthalten, das Eisen mit Quellsäure zu combiniren. Wegen der Unsicherheit, die über das Aequivalent der Quell-

säure geherrscht hat, ist es nicht immer zu errathen, wie viel kohlens. Eisenoxydul einer angegebenen Menge des quellsauren Salzes entspricht. *)

Trink- u. M.W., in denen das Eisen durch Oxydation des Oxyduls zu Oxyd (oder auch durch Umwandlung des Ammoniaks, welches zur Lösung beiträgt, zu Salpetersäure?) eine unlösliche Verbindung mit der Quellsäure einzugehen strebt, u. welche daher Eisencrenat-Ocker absetzen, sind sehr häufig. Vgl. §. Quellsäuren.

W. mit einem den Sinnen merklichen Eisengehalte, werden Eisen- oder Stahl-Wässer genannt, u. insofern es Quellen sind, Siderokrenen oder Chalybokrenen (von *σίδηρος* Eisen oder *χάλυψ* Stahl).

§. 199. Kohlensaures Eisenoxydul, $FeO\ CO^2$.

Keine Säure veranlasst wohl häufiger die Aufnahme des Eisens, als die CO^2, aber nur, wenn sie es als Oxydul antrifft. Ein kohlens. Eisenoxyd ist wenigstens nicht bekannt, weshalb man denn auch das Eisen der eisenhaltigen Sauerwässer als (doppelt)kohlens. Eisenoxydul annimmt. **) Aber fast immer bleibt die in Lösung tretende Menge des kohlens. Eisenoxyduls weit unter derjenigen Menge, welche unter den günstigsten Umständen gelöst werden könnte.

Den ältern Bestimmungen des Eisengehaltes ist bekanntlich wenig zu trauen, weshalb die folgenden Beispiele, insoweit sie nicht neuern Datums sind, mit allem Vorbehalte aufgenommen werden müssen. Fresenius sagt, dass die im J. 1841 von Liebig bei der Analyse von Geilnau befolgte Methode ungenaue Resultate ergebe; Liebig hatte 0,436, Fresenius 1857 nur 0,172 Eisenoxydul gefunden. Besonders ist auch hier daran zu denken, dass zuweilen verschiedene Sprünge, die ungleich im Eisengehalte sind, in demselben Brunnen zusammenkommen. Ficinus berichtet z. B., dass, als er im Teplitzer Steinbade an 3 Orten ein Glas W. schöpfte, er in jedem einen andern Eisengehalt hatte. Was hier bei einem kaum Eisen-haltigen Thermal-W. beobachtet worden ist, hat man auch oft von Eisen-Säuerlingen berichtet. In andern Fällen mag der Zutritt von Regenwasser schädlich auf den Eisengehalt wirken, sowohl durch Verdünnung der Qu. als durch Oxydation des Eisens mit dem neu zugeführten Sauerstoff. So hatte der Pouhon zu Spa im nassen Jahre 1816 viel von seinem Eisengeschmacke verloren u. nur $^1/_3$ seines frühern Eisengehaltes bewahrt, die andern dortigen Qu., Sauvenière u. Geronstère,

---

*) Bei einer Analyse von Teinach findet sich die Angabe: 0,397 quellsaures Eisenoxydul oder 0,104 kohlens. Eisenoxydul, was wohl mit dem neuern Atomgewichte der Quellsäure nicht stimmen dürfte. Vgl. Quellsäure. Bei Schmeckwitz wird 0,789 quells. Eisenoxydul äquivalent mit 0,142 kohlens. Eisen gehalten.

**) Nur Lefort spricht von einem Eisenoxyd-Bicarbonate. „On se tromperait fort si on pensait que dans toutes les eaux minérales bicarbonatées ferrugineuses le fer existe à l'état de protosel: dans beaucoup d'entre elles, une partie, sinon la totalité de ce métal, existe aussi à l'état de bicarbonate de sesquioxyde retenu en dissolution à la faveur soit de l'excès d'acide carbonique libre, soit des bicarbonates alcalins et terreux; et comme son existence est presque éphémère, il se dépose en partie dès qu'il n'est plus soumis à la compression naturelle (?) des gaz dans l'intérieur de la terre. Le meilleur exemple que nous puissions invoquer ici nous est fourni par les sources de Saint-Nectaire (Puy-de-Dôme), dans lesquelles le fer est presque en totalité à l'état de bicarbonate de sesquioxyde. Ces eaux, essayées par nous sur les lieux mêmes, ne précipitent ni par le chlorure d'or ni par le cyanure rouge de potassium et de fer: avec le tannin et le cyanure jaune, elles indiquent au contraire des proportions très-notables d'un sel ferrique."

hatten, jene etwas über 1/3, diese etwa 2/5 ihres Eisens behalten. — Hinsichtlich des Gehaltes an Eisenoxyd machte Scudamore an der Qu. zu Tunbridge merkwürdige Beobachtungen. Im August 1815 nach einem trockenen Sommer, bei einem W.-Abflusse von 1 Quart 2 Unzen 5 Dr. in der Min., fand er 2,29 gr. Oxyd in der Gallone, ebenviel ergab sich Anfangs Nov., nachdem viel Regen gefallen war, die W.-Menge aber auf 1 Quart gesunken war. Anfangs März 1819 lieferte die Qu. bis 2½ Gallonen, Ende desselben aber nur noch 1 Gall. u. 7 Pinten, nachdem in den vorhergehenden Monaten viel Regen gefallen war; dabei war der Eisengehalt Ende März auf 1,63 gr. gesunken. Im Oct. 1816 nach einem ausnehmend nassen Wetter war die W.-Menge bis auf 3½ Gall. gestiegen, aber auch der Eisengehalt in entsprechender Verminderung. — Im März 1831 reagirten Galläpfeltinktur u. Cyaneisenkalium weit stärker auf Eisen im Sodener W. als in den zwei vorhergehenden Jahren im Sommer. (Schweinsberg.)

Fresenius fand mehr Eisenoxydul im J. 1857 in dem vom J. 1833 aufbewahrten W., als in dem des J. 1857.

Die M.Qu., die mehr als 1/10000 einfach kohlens. Eisen (fast 1/20000 Eisenmetall) enthalten, sind ziemlich selten. Indem ich die folgende Aufzählung von solchen Qu. mache, gebe ich das wieder, was ich in anscheinend guten Analysen gefunden habe. Die weniger sichern begleite ich mit einem ? oder klammere sie ein, wenn sie ältern Datums sind. Im Allgemeinen sind die eisenreichsten Qu. der Quellengruppe gemeint.

Ein Homburger Soolbrunnen enthielt 8,567 kohlens. Eisen, das aber nicht ganz frei von fremden Stoffen war (Hoffmann), *) Karlsthal 7,187 (Siegwart 185.), (zwei Soolthermen von 57° auf Kythnos 3,49 u. 5,474: Landerer 1835), Qu. bei Wassenach in der Eifel 4,01 (Bischof), Qu. oberhalb des Glücksbor in der Eifel 2,9, (Arapatak 2,09—3,06?), Morgins 1,49 (1852), (Malmedy 1,143—2,279), Birresborn 1—2?, Kannstatt, Inselqu., 1,96?, Pejo 1,766 oder 1,851, Rabbi 0,863 oder 1,827, Buzias bis 1,57, Cornasca 1,53 (bei wenig CO^2), (Lamscheid 1,335), (Topusko 1,33, später nur 0,027!), Pierawart 1,286 (1844), (Erlenbor 1,145), Spa 0,5—1,14 nach verschiedenen Analysen, 0,879 bei Struve, Bagnères de Bigorre eine Spur bis 1,14 (Ganderax), Recoaro 0,784 (Brera), 1,259 (Cenedella), Reinerz, Ulrikenqu., bis 1,031 (andere Qu. 0,377), Heilbrunn zu Brohl 1,03 oder mehr, Altwasser 0,4 bis 0,95, Szliacs 0,915, Neuenhain 0,91, Bocklet 0,899, Bartfeld 0,881, Homburg 0,693—0,802 (Elisenbrunn in Struve's Anstalten 0,272), Kaiserbrunn 0,234 nach Fresenius 1861, Ludwigsbrunn 0,106 (ausser 0,02 suspendirtem Eisenoxydhydrat), Acqui 0,425—0,75, Koblenzer Quellgruppe 0,24—0,74, Freiersbach bis 0,733, Rheinfelden 0,66, Elster bis 0,622, Marienbad Ferdinandsbrunn bis 0,613 (0,52 Struve's Anstalt); Kreuzbrunn 1842 0,609 (nach Kersten nur 0,458; Struve's Anstalt 0,229), Ueberlingen 0,608, Langenschwalbach bis 0,607, Orb bis 0,606, (Tönnistein 0,588), Liebenstein 0,562, Imnau bis 0,56?, Pyrmont bis 0,545 (1857), nach Struve 0,961, Driburg bis 0,45 Struve, Steben bis 0,437 (neue Analyse), Füred bis 0,417, Soden bis 0,4, Hofgeismar bis 0,389, Niederlangenau 0,376, Franzensbad bis 0,37 höchstens (Franzensbrunn 0,306 nach Struve), Wildungen 0,36 (Wiggers), Antogast bis 0,336, Petersthal

*) Ist hier nicht mitgeschwemmtes Eisenoxyd mit in Rechnung gekommen? Ueber andere Soolwässer von Homburg s. weiter unten.

bis 0,335, St. Moritz bis 0,329, Kissingen, Rakoczy 0,316 (in Struve's Anstalt 0,19), Ronneburg 0,292, Kudowa 0,28 (0,297 bei Struve), Geilnau 0,278, Tarasp bis 0,278, Luhatschowitz bis 0,26, (Kreuznach Elisenqu. 0,26 bei Struve), (Neuhaus bei Neustadt 0,253), Gleichenberg bis 0,242, Sternberg 0,235, Flinsberg 0,226, Liebwerda bis 0,22, Kannstatt bis 0,212, Szawnica bis 0,21, Nauheim bis 0,189, Kellberg bis 0,187, Bormio 0,163, Dürckheim bis 0,16, Bath 0,153, Borszeck 0,15, Kronthal, Stahlqu. 0,074, Salzqu. 0,15 (Löwig 1854), Schuls 0,135, Bassen bis 0,13, Fachingen 0,116, Aix in Savoyen, Schwefelqu. 0,089, Alaunqu. 0,094, Fleury 0,112, Selters 0,107 nach Struve, (cf. S. 415), Aachen, Kaiserqu. 0,095, Bilin 0,094 (Redtenbacher), Salzbrunn 0,091, (Eger, Salzbrunn 0,091 Struve's Anstalt), Brückenau bis 0,087, Chaudes-aigues 0,087, Fideris 0,083, Freyenwalde 0,0775, Daruvar 0,04—0,072, Gastein bis 0,068, Neuenahr bis 0,062, Obladis 0,058, Wiesbaden 0,056, Ruhla bis 0,048, Rehburg 0,047, Lenk 0,045?, Teplitz bis 0,045, Karlsbad 0,04, Ofener Thermen 0,028, Buchsäuerling höchstens 0,026, Baden-Baden 0,018—0,026, Ems bis 0,022 (Fresenius 1857).

Unter diesen Wässern sind mehrere warme mit einer grösseren oder geringern Menge von Eisen. Eisen enthalten in geringer Menge noch die Thermen von St. Alban, Bains, Bourbon-Lancy, Buxton, Bristol, Capus, Johannesbad, Liebenzell, Luxeuil, Trenchin-Teplitz, Vicelle-Lamalou (Compt. rend. 1848, XXVI, 126), Vichny, Vichy. Eisenthermen finden sich noch auf den Azoren, am Penon Blanco bei Mexiko, südlich von Carthago in Nicaragua, (zu Makallah in Arabien?), zu Caledon in Afrika; auch im Brandvalley-Thale daselbst. Vgl. Gumprecht M.Qu. Afrikas 12, 13, 198, 211.

Nicht ganz selten sind in Afrika durch Eisenoxyd roth gefärbte Flüsse, während die meisten Flüsse unserer Gegenden selten mehr als 0,025 Eisenoxyd (entsprechend 0,036 kohlens. Eisenoxydul) ergeben. Eine Ausnahme würde die Isar bilden mit 0,279 Oxyd für 0,7 kohlens. Oxydul, wenn nicht jenes nur suspendirt, sondern in Lösung war. Cf. §. 80.

Der Eisengehalt einer einzelnen Qu. auf eine längere Zeit, etwa 1 Jahr, berechnet, kann öfters ansehnlich erscheinen; z. B. bei einer Qu. des Brohlthales, die täglich 1157 Kubikfuss W. liefert. Noch ansehnlicher erscheint die vom W. gelöste Eisenmenge, wenn man ganze Quellgruppen betrachtet. Der Brohlbach gibt z. B. täglich etwa 47 Millionen Kilogr. W., welches zur Hälfte gewiss aus Mineral-W. besteht, weil süsse Qu. daselbst selten sind. Die Hälfte dieser Masse könnte nun, so hat man berechnet, in einem Jahrtausend $^1/_8$ Quadratmeile 1′ hoch mit Brauneisenstein bedecken.

Ausscheidung des Eisens. Das mit Kohlensäure vereinigte Eisenoxydul unterliegt bei Zutritt der Luft sehr schnell der höhern Oxydation.

---

*) Zu den Eisenthermen gehört auch eine, die bei Neo-Kaymene aus einer Menge von Spalten des Vulkanes mit sehr grosser W.-Menge u. einem Salzgehalte von 58 Z.T. hervorkommt. Sie soll 2,08 Z.T. „Eisensalz" enthalten u. hat sehr viel Eisenoxydhydrat abgelagert. Mit Kupfer beschlagene Schiffe sollen, so heisst es, die Stelle, wo sie ins Meer (oder im Meere) fliesst, aufsuchen.

Weil aber Eisenoxyd nicht mit CO^2 verbunden bleiben kann, scheidet es aus der Lösung aus, u. trübt in braunrothen Molekülen das W., so lange es sich noch nicht als Niederschlag auf dem Boden u. an den Wänden des Behälters u. an andere darin befindliche Gegenstände festgesetzt hat. Was hier vom kohlens. Eisenoxydul gesagt ist, gilt auch, aber mit einiger Einschränkung, von den Verbindungen des Eisenoxyduls mit gewissen organischen Säuren, nur dass diese zuweilen auch mit dem Oxyde gelöst bleiben können.

Die Eisencarbonat-haltigen Brunnen verlieren schon einen Theil des Eisens im Brunnenraume, das sich durch die Verbindung mit dem O der Atmosphäre als Eisenoxydhydrat ausscheidet. Diese Ausscheidung findet um so schneller statt, je weniger eine schützende Schicht von CO^2 die Wasserfläche bedeckt u. je mehr das W. durch das Füllgeschäft in Bewegung gesetzt wird.

Das Füllgeschäft muss z. B. beim Seltersbrunnen von grossem Einflusse sein auf dessen Gehalt an kohlens. Eisenoxydul (0,2 nach Bischof). In den 9 Quadratfuss Oberfläche darbietenden Brunnen wird jeden Augenblick ein Füllkorb mit 50 Krügen bis zum Boden versenkt, wodurch eine grosse Menge Luft mit dem W. in vielfache Berührung kommt. Die Luft, welche in den täglich gefüllten 24000 Krügen enthalten ist, wäre fähig, viel mehr Eisen zu oxydiren, als in den 288000 Maass W., welche der Brunnen täglich gibt, vorhanden ist. Wetzlar machte schon auf die Verschlechterung der Pyrmonter Qu. durch das massenhafte Schöpfen aufmerksam. (Monogr. von Wipfeld, 1821.)

Wenn ein Eisencarbonat-W. von der Qu. unter Berührung mit dem O der Atmosphäre abfliesst, setzt es auf seinem Laufe so lange Eisenoxyd ab, bis es keine Spur Eisen mehr enthält.

Fresenius machte Versuche, betreffend die Veränderung des Langenschwalbacher W. bei Luftzutritt, indem er das in Flaschen von 7 Litern gefüllte W. stehen liess; dabei wurden die Flaschen den ersten Tag öfters gelüftet, um der CO^2 einen Ausweg zu verschaffen, hernach ganz geöffnet. Das gelöste Eisenoxydul war schon nach einem Tage etwas vermindert; nach 180 Stunden entweder ganz oder doch zu mehr als $^3/_4$ ausgeschieden. „Sobald die Luft beginnt einzuwirken, fängt ihr Sauerstoff an, sich mit dem Eisenoxydul zu Eisenoxyd zu verbinden. Die erst entstehenden Portionen desselben schlagen sich in Verbindung mit Phosphorsäure u. Kieselsäure nieder, daher der Niederschlag, welcher sich ganz am Anfange ausscheidet, weiss erscheint; erst später wird derselbe gelblich u. zuletzt ocherfarbig, sobald nämlich das Eisenoxyd anfängt, sich als Oxydhydrat niederzuschlagen.“ Das frische W. des Brunnens enthielt 0,26 Z.T. FeO, im Reservoir nur noch 0,207. Für die Praxis ergibt sich der Schluss, dass das W. so viel als möglich dem Zutritte der Luft entzogen werden muss.

Wird ein natürliches oder künstliches Eisen-Carbonat-W. ohne besondere Vorsichtsmaassregeln auf Flaschen gesetzt, so wird man nach einiger Zeit finden, dass alles Eisen oder doch ein Theil desselben sich in Eisenoxydhydrat verwandelt hat u. als gelbrother Niederschlag auf dem Boden liegt, an den Wänden hängt oder im W. schwimmt.

In den nach gewöhnlicher Art mit Moritzer W. gefüllten Flaschen ist z. B. nach 2—4 Monaten gewöhnlich kein gelöstes Eisen mehr vorhanden.

Früher legte man viel zu viel Gewicht auf das Entweichen der Kohlens. u. zu wenig auf den Zutritt von Sauerstoff, um das Niederschlagen des Eisens in den Wässern zu erklären. Aber schon Vetter (Jahresbericht über 1844) sagte: »Ferner ist nicht zu übersehen, dass auch der grösste noch vorhandene Gasreichthum vor der Ausscheidung nicht schützt, also auch kein Zeichen der Unversehrtheit des W. in dieser Hinsicht ist. Denn das Eisen wird durch den

Sauerstoff der Luft niedergeschlagen, es kommt also dafür darauf an, dass das W. keine Zeit habe, Luft zu absorbiren. Viele unserer Qu., welche reines Stickgas enthalten, würden ohne diesen Bestandtheil eisenhaltig sein; aber der Sauerstoff der mit dem Meteorwasser eingedrungenen atmosph. Luft schlägt das aufgelöste Eisenoxydul nieder, ehe es zu Tage kommt.« Bereits im J. 1811 rieth Döbereiner den von W. frei bleibenden kleinen Raum der Flaschen u. Krüge mit Stickstoff zu füllen; jetzt thut man dies gewöhnlich mit CO^2, womit man auch die ganze Flasche füllt, ehe das W. hineinkommt, damit das W. keine Gelegenheit finde O anzunehmen. Neulich hat Fresenius Versuche angestellt, betreffend die Methoden, das W. der Schwalbacher Quellen so zu füllen, dass es sich unverändert erhält, d. h. namentlich, dass sein Eisenoxydul möglichst vollständig gelöst bleibt.

»Wird ein fehlerfreier Krug durch Eintauchen an der Qu. mit einem oder dem andern Schwalbacher W. ganz voll gefüllt, u. alsdann soviel W. daraus entfernt, als erforderlich, um den Kork fest eintreiben zu können, ohne den Krug zu zersprengen, wird endlich der Krug sorgfältig verkorkt, verbunden u. verpicht wie gewöhnlich, so enthält das W. nach 2—3 Wochen in der Regel gar kein gelöstes Eisenoxydul mehr, wie man dadurch am leichtesten nachweisen kann, dass man dem mit etwas Salzsäure vermischten W. 2 oder 3 Tropfen einer ganz verdünnten Lösung von übermangansaurem Kali zusetzt, wodurch es sogleich röthliche Färbung annimmt; alles Eisen findet sich vielmehr in Gestalt eines ocherfarbigen Niederschlages an der Wandung u. dem Boden des Kruges abgesetzt. — Dabei perlt das W. stark u. verräth hierdurch, wie durch seinen erfrischenden Geschmack seinen Reichthum an freier Kohlensäure.«

»Dies Verhalten kann, nach dem früher Mitgetheilten, kaum mehr auffallend erscheinen; denn es ist uns ja bekannt geworden, dass das Niederfallen des Eisens ganz u. gar unabhängig ist von dem Entweichen der Kohlensäure, dass es vielmehr einzig u. allein herrührt von der Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs.«

»Die Luft, welche im Kruge enthalten ist, kommt, während sie aus demselben dringt, mit dem einströmenden W. in vielfache Berührung, es kann also nicht fehlen, dass hierbei ein Theil derselben von dem W. absorbirt wird. Hierzu kommt die an der Krugwandung fester anhaftende Luftschicht, welche sich bald auch in dem eingedrungenen W. löst, u. endlich noch die Luft, welche in den wasserleeren Raum eindringt, der zum Behufe des Verstopfens oben erzeugt werden muss.«

»Da nun ein ganzer Krug etwa 1200 C.C. fasst, folglich — bei Stahlbrunnenwasser — 0,045 Gramm Eisenoxydul enthält, u. da diese 0,005 Gr. Sauerstoff, folglich 0,022 Gr. atmosphärische Luft erfordern, um in Oxyd überzugehen, so bedarf es im Ganzen der Einwirkung von nur 17 C.C. (oder etwa 2/3 Kubikzoll) Luft auf das W., um alles Eisenoxydul als Oxyd niederzuschlagen. — Man ersieht aus dieser Rechnung, dass die oben mitgetheilte Thatsache sich sehr leicht in der angegebenen Art erklären lässt.

»Füllt man den Krug, wie zuvor angegeben, leitet aber, ehe man den Stopfen aufsetzt, kurze Zeit einen ziemlich raschen Strom von kohlens. Gas in den Krug, so dass die in dem oberen wasserleeren Raum enthaltene Luft

durch Kohlens. ersetzt wird, so hat man die eine Art der schädlichen Lufteinwirkung ausgeschlossen. Die andere lässt sich ausschliessen, indem man den Krug erst mit kohlens. Gas füllt, bevor man ihn in der Qu. mit W. füllt, denn alsdann glucken durch das einströmende W. nicht Luft-, sondern Kohlensäureblasen, auch haftet alsdann an der Krugwandung keine Luft-, sondern eine Kohlensäureschicht.«

»Nachdem ich den Einfluss dieser beiden Abänderungen studirt u. gefunden hatte, dass jede auf die Erhaltung des W. günstig wirkt, ohne aber den beabsichtigten Zweck ganz erreichen zu lassen, verband ich beide mit einander u. gelangte so zu der recht befriedigenden Füllungsmethode, welche von Herzoglichem Finanzministerium angenommen u. seit der Mitte des vergangenen Sommers ausgeführt worden ist.«

»Das höchst einfache Verfahren erfordert:

1) einen Trichter von Blech von etwa 1 Fuss Durchmesser, welcher oben in ein dreieckiges Rohr ausläuft. An diesem befinden sich drei kleine Querstangen 2 Zoll vom oberen Rande, bestimmt die aufzusetzenden Krüge zu tragen. Dieser Trichter wird über die Oeffnung gestülpt, aus welcher Gas u. W. in das Quellenbassin strömen; sein Rohr ist so lang, dass dessen oberes Ende noch einige Zoll unter dem Wasserspiegel steht.

2) Einen Apparat zur Entbindung von reinem kohlens. Gas, oder einen Gasometer, in dem das der Qu. entströmende aufgefangen wird. — Der Apparat, welcher in Schwalbach angewandt wird, ist derselbe, welchen ich zur Darstellung des Schwefelwasserstoffs konstruirt u. empfohlen habe; die Kohlensäure wird aus Marmor durch Salzsäure entwickelt u. in einem Kolben gewaschen, welcher eine Auflösung von kohlens. Natron enthält.«

»Die Operation des Füllens wird also ausgeführt:

»Die ganz reinen fehlerfreien Krüge werden nahe am Abfluss in das geräumige Quellenbassin gehalten, bis sie sich soweit gefüllt haben, dass sie untersinken; dann stellt man sie auf den ebenen Boden des Bassins u. lässt sie sich vollends füllen. Hierbei werden sie in der Qu. soweit fortgeschoben, dass sie ein zweiter Arbeiter, welcher die Füllung mit Gas zu besorgen hat, rechts von dem Trichter greifen kann. Dieser zweite Arbeiter nimmt nun einen mit W. gefüllten Krug u. stülpt ihn, indem er die Mündung nie aus dem W. bringt, über das Rohr des Trichters. Es strömt jetzt die Kohlensäure rasch ein u. in etwa $^3/_4$ Minuten ist der Krug voll. Der Arbeiter stülpt jetzt einen zweiten Krug über den Gastrichter u. hält mittlerweile den ersten links von dem Trichter unter W., bis er untersinkt, dann stellt er ihn auf den Boden u. lässt ihn vollends sich füllen. Sobald der Krug gefüllt ist, ergreift ihn der erste Arbeiter (welchen das anfängliche Füllen der Krüge, da er viele auf einmal in die Qu. bringt, nur wenig beschäftigt), verdrängt mit einem geeigneten Holze, die nöthige Menge W., bringt die Mündung des von der Waschflasche des Kohlensäureapparates kommenden vulkanisirten Kautschukschlauches in die Mündung des Kruges, öffnet den Hahn des Apparates einige Sekunden u. setzt, während noch aus dem Schlauch Kohlens. ausströmt, den vorher zurecht gelegten, wohl passenden Kork auf, welcher sodann mittelst des Hammers eingetrieben wird. — Diese Operation kann mit Ruhe beendigt werden, bevor der folgende Krug gefüllt ist. — Man

ersieht, dass somit in einer Stunde durch die zwei Arbeiter genau eben so viel Krüge fertig gefüllt werden können, als man in dieser Zeit überhaupt mit dem Gas der Qu. füllen kann.«

»Es lag vorläufig noch kein Grund vor, dieses einfache Verfahren abzuändern. Zum letzten Auffüllen der Kohlens. u. zum Verkorken würde man sich natürlich auch eines Apparates von ähnlicher Construction bedienen können, wie man sie beim Verkorken künstlich bereiteter moussirender Getränke (Sodawasser etc.) allgemein anwendet.«

Der Erfolg dieser Methode war sehr zufriedenstellend. Es zeigte sich, »dass das nach neuer Art gefüllte W. sich, je nach der Sorgfalt, mit der die Operation ausgeführt wurde, u. je nach der Güte des Krugs u. des Verschlusses entweder ganz unverändert erhält, oder doch nur einen kleinen Theil seines Eisens (höchstens $^1/_4$) als Ocher absetzt, — während das nach alter Art gefüllte schon nach wenigen Wochen kein oder fast kein Eisen mehr gelöst enthält;«

»dass der Gehalt des gelösten Eisenoxyduls mit der Dauer des Aufbewahrens nicht mehr abnimmt. Sobald die bei nicht völlig gut ausgeführter Operation noch im Krug vorhandene kleine Luftmenge ihren Sauerstoff abgegeben u. eine ihm äquivalente Menge Eisenoxydul oxydirt u. niedergeschlagen hat, hört jede Veränderung auf.«

Liess *v. Planta die leeren Flaschen, worin er Moritzer W. füllte, im Gehäuse der Qu. stehen, wo sie sich vor dem Einfüllen mit Gas anfüllten, so fanden sich nach 4 Wochen noch 85—91—100—100 Prozente des ursprünglichen Eisengehaltes in den 4 untersuchten Flaschen.

Die Wirkung des O auf das kohlens. Eisenoxydul ist bekanntlich die grösste Plage der M.W.-Fabrikanten. Wenn man auch das W. vorher ausgekocht, die Stopfen mit Eisenvitriol-Lösung eingeweicht u. Sauerstoff-freie CO^2 eingeführt hat, so sieht man doch bald, dass das W. trübe geworden ist. Es gelang z. B. Soubeiran nie, ein klares Eisen-W. auf diesem Wege zu erzeugen, weshalb er den Rath gibt, das kohlens. Eisen durch das 2,26fache Gewicht von weinsaurem Eisen-Kali zu ersetzen. Dieser Rath hat etwas Richtiges. Es ist nämlich fast absolut nöthig, eine organische Substanz in die Mischung einzubringen. Es genügt schon eine relativ kleine Menge Citronensäure, die freilich immerhin im Verhältniss zu dem sich trotz aller Vorsicht einschleichenden O stehen muss. Dieses Verfahren gelang einem Fabrikanten ausgezeichnet, der es anfangs mit aller Mühe, z. B. durch Einbringen von durch Wasserstoff reducirtem Eisen mittels eines in der Wärme zugeschmolzenen u. erst im Apparate zerflossenen Gläschens, nicht gelingen wollte, klares Eisen-W. darzustellen. Man ahmt so nur die Natur ab, die den Eisen-Wässern eine organische Substanz zugegeben hat. *)

Ausser dem Austreiben der atmosphärischen Luft aus dem W. ist es gewiss auch wichtig, den an den Wänden des Apparates, sowie an der

---

*) G. Bischof machte schon im J. 1829 Versuche, das kohlens. Eisen der M.W. durch Zusatz von einigen Granen Zucker auf den Krug unzersetzt zu erhalten. Die Wirkung war in so weit nicht immer günstig, als der Zucker die Sulfate zersetzte u. sich Schwefeleisen bildete. (Schweigger's J. d. Chem. LVII.) Hat die Citronensäure diese Wirkung auf die Sulfate nicht?

Innenwandung der Flasche u. namentlich in dem Stopfen condensirten O durch die eine längere Zeit dauernde Berührung mit CO^2 oder kohlens. W. zu entfernen. Der in den Flaschen bei Korkstopfen unvermeidliche, vom W. nicht ausgefüllte Raum muss möglichst klein sein; es würde gut sein, ihn auf ein Minimum zu reduciren, wenn nicht die Ausdehnung, welche das W. durch die Wärme erleidet, falls die Flaschen beim Transport u. s. w. einer höhern Wärme als der Quelltemperatur ausgesetzt werden, es nothwendig machte, einen mit Luft gefüllten Raum in der Flasche zu lassen. Die vorläufige Füllung der Flasche mit CO^2 geschieht durch Einbringen der CO^2 in die über Sauerstoff-freies W. umgestürzte u. mit Sauerstoff-freiem W. vorher angefüllte Flasche. Der H, welcher bei der Einwirkung der CO^2 auf das Eisenmetall *) frei wird, schadet nicht. Man schützt sich aber noch besser gegen die Oxydation, wenn man das Eisenoxydul als Sulfat ins W. bringt, um es durch kohlens. Alkali zu zersetzen.

Bei vielen Eisensäuerlingen ist noch immer von einer festern oder schwächern Bindung des kohlens. Eisens die Rede; die einen sollen das Eisen viel leichter fallen lassen als die andern. Die Thatsache selbst ist noch zu wenig festgestellt, um weitläufige Erklärungen dafür zu suchen. Aber es ist doch denkbar, dass ein W. organische Stoffe enthalte, die noch begieriger nach Sauerstoff sind als das Eisenoxydul u. also die weitere Oxydation des Eisenoxyduls verzögern. Andere W. mögen kurz vor dem Hervortreten noch fremdes W. aufnehmen, worin noch Sauerstoff enthalten ist, der noch keine Zeit gehabt hat, seine Wirkung zu vollbringen u. dies nachträglich thut. Berzelius glaubte, dass bei der Eisenquelle zu Porla (die kohlensaures Eisen, Kieselsäure, u. ausser der an Natron u. Ammoniak gebundenen Quellsäure, auch noch freie enthalten soll) die Quellsäure das Eisen vor Oxydation schütze. Der Geschmack dieses W. ist frisch unangenehm, verbessert sich aber auf den Flaschen beim Stehen. Das W. verliert dabei weniger Quellsäure als andere Eisenwässer. — Das an der Luft ruhig stehende W. eisenreicher Qu. kann freilich eine Zeit lang noch Spuren von Eisen offenbaren, wie Kastner dies eben vom Hambacher W., welches 12 Stunden bei 16—19⁰ an der Luft gestanden hatte, bemerkt, ohne dass man aus diesem Umstande auf ein besonders festes Gebundensein des Eisens schliessen darf. Vom Schwalbacher W. bemerkte Fresenius, wie wir vernahmen, Aehnliches. Kastner stellte Kissinger Soole (in welcher die freie CO^2 das Lösungsmittel für das zugleich vorhandene Eisen abgibt) in einer offenen Porzellanschale von beiläufig 13—14 Zoll Oeffnungsdurchmesser u. 4—5 Zoll Tiefe, die bis oben an gefüllt war, in ein Zimmer von 15—19⁰ Wärme. Nach 2 Stunden zeigte sie eine geringe Trübung u. noch eine sehr starke Reaktion auf Eisen; nach 4 Stunden war dieselbe noch sehr merklich, etwas weniger nach 8 Stunden, nach 24 noch deutlich, erst nach 36 Stunden zweifelhaft. Eben so konnte sie bis 35⁰ erwärmt werden, ohne alles Eisen zu verlieren (Wendt Kissingen).

---

*) Suzeau (1860) bereitete W. mit kohlens. Eisen, indem er Eisenplatten, die mit Platinfaden umwickelt waren, in kohlens. W. brachte.

In Bezug auf die Wärme ist zu bemerken, dass sie zwar die Oxydation beschleunigt, insofern O vorhanden ist, dass aber durch eine zweckmässige Einrichtung hier ein guter Theil des Eisens erhalten werden kann.

Ueber die Erwärmung des Sauerwassers von St. Moritz machte v. Planta Versuche, indem er es in einer Porzellanschale mit einer als Dampfbad fungirenden Vorrichtung erhitzte u. 30 Min. auf der bestimmten Temperatur erhielt. Das W. enthielt ursprünglich in 10000:

CO^2 34,982, Eisenoxydul 0,147.

Es gingen davon verloren (jedesmal den ganzen Verlauf gerechnet) bei der Erwärmung auf

12°,5	CO^2	7,899,	Eisenoxydul	0,013,
25°	»	10,602,	»	0,004,
37°,5	»	26,704,	»	0,024,
62°,5	»	26,402,	»	0,138,
87°,5 *)	»	29,495,	»	0,144.

*) resp. 75° des W. in der Porzellanschale.

Demnach schadet eine Erwärmung dieser Art bis 25° nicht sonderlich, namentlich wenig in Bezug auf das Eisen. Selbst bei einer halbstündigen Erwärmung bis zur Blutwärme oxydirt der atmosphärische Sauerstoff noch wenig Eisenoxydul.

Ueber quellsaures Eisen s. §. Quellsäure.

§. 200. Eisen-Niederschläge.

Die Niederschläge, welche Eisen-W. an der Qu., auf den Flaschen oder überhaupt bei künstlicher Behandlung u. im natürlichen Laufe des W. bilden, sind verschiedener Art; theils sind sie die Folge der Oxydation des Eisenoxyduls, theils nicht oder sogar der Desoxydation. Als Folge der Oxydation sind die meisten Ocker, d. h. Eisenoxyd-reiche Absätze, anzusehen, welche sich in u. bei den natürlichen Quellen, zum Theile unter Mitwirkung organisirter Wesen (Gallionella ferruginea), erzeugen. Diese Ocker enthalten öfters nicht blos Eisenoxyd, sondern auch Eisenoxydul, bei Eisensulfat-Wässern auch gewiss basisches Eisenoxydsulfat, bei Wässern mit kohlens. Erden kohlens. Kalk u. Magnesia.

Wir wollen eine grössere Zahl Analysen von Ocker-Absätzen uns vor Augen führen.

Ronneburg, Eulenhöferquelle, nach Reichardt 1855.

Kohlens. Magn.	,447	Magnesia	,215.	Thon., Antimon, Schwefels. spurweise.
„ Kalk	4,345	Kalk	2,433.	
Eisenoxydoxydul	21,328	(Fe^2O^4)	6,619	Oxydul.
Eisenoxyd	37,122	oder	52,91	Oxyd.
Manganoxydoxydul	,072			
Arsenigs. Eisenoxyd	2,409	($Fe^2O^3 + As^2O^3$), Arsenige Säure 1,333.		
Bleioxyd	,026			
Silberoxyd	,03			
Sand etc.	18,39			
Organisches	2,719			
Wasser	13,112.			

Alexisbad nach Rammelsberg (2 Qu.) u. Bley (Ernabrunnen).

	Badqu.	Trinkqu.	Ernabrunnen.
Magnesia	,04	,12	
Kohlens. Magn.			3,5
„ Kalk			7,75
Kalk	,15	,4	(,55 kohl. Stront.)
Kohlensäure		1,36	
Eisenoxydul		1,68	
Eisenoxyd	65,3	53,88	44,75
Manganoxyd	,76	6,95	2,5
Phosphors. Thonerde			1,314
„Arsen“	,958	,025	
Kupferoxyd			,636
Kupfer	,017	,001	
Zinn	,003		
Extrakt			3,
Lösl. Kiesels.	,43	6,91	16,
Sand	6,02	6,71	
Wasser	26,33	23,93	20.

Pyrmont. Trinkqu. nach Hugy.

Kohlens. Kalk	,572
„ Eisenoxydul	85,07
Arsenige Säure	,1031
In Säuren unlöslich	5,333
Wasser	8,922.

Trinkbrunnen nach Wiggers.

Schwefels. Kalk	1,391	Spuren von Antimon, Zinn, Fluor.
„ Strontian	,0012	
2bas. phosphors. Kalk	,0016	
Kohlens. Magnesia	1,253	
„ Kalk	5,021	
Eisenoxydul	1,841	
Eisenoxyd	22,244	
Manganoxyd	,453	
Kupferoxyd	,0016	
Bleioxyd	,0012	
Wismuthoxyd	,0005	
Thonerde	,532	
Arsenige Säure	,201	
Lösliche Kieselsäure	5,144	
Humussubstanz	,257	
Sand u. Thon	54,823	
W. chemisch gebunden	6,833 u. Verlust.	

Brodelbrunn nach Bley.

Kohlens. Magn.	,33	Bar., Stront., Lith. u. Kobalt spurweise.
Schwefels. Kalk	2,	
Kohlens. „	,332	
Eisenoxyd	21,813	
Eisenoxydul	,982	
Manganoxydul	,035	
Arsenige Säure	,2933	
Kupferoxyd	,00865	
In Säuren unlöslich	70,6	
Humus	,717	
Harz	,3	
Wasser	1,872	
Noch	,717	(Thon., Phosphors.).

Brodelbrunn. Bei 100° getrocknet. Van Ankum.

Schwefels. Kalk	2,33	Spur Kupfer.
Kohlens. „	1,517	
Eisenoxyd	21,52	
Arsenige Säure	,238	
In Säuren unlöslich	65,752	
Organisches etc.	3,848	(Gebund. Wasser, Chlor)
Wasser	6,892.	

Driburg nach Wiggers.

Kohlens. Magnesia	1,909	Kupfer, Wismuth u. Antimon (zusammen?) 0,012.
„ Kalk	20,231	
Eisenoxyd	45,8	
Manganoxyd	,067	
Thonerde	,067	
Arsenige Säure	.0345	
Kieselsäure	,432	
Thon u. Sand	15,5	
Wasser	15,958.	

Ludwig hatte gefunden: Kalk 6,68, Eisenoxyd 57,3, Schwefels. 0,543, arsenige Säure 0,06, Organ. 0,54, Thon u. Sand 5,39, CO^2 u. Verlust 6,15, W. 28,33.

Homburg a Kaiserbrunnen, b Ludwigsbrunnen nach Fresenius 1862.

	a	b	
Kalk	2,96	4,17	Spur von Magn., Antim., Nickel, Fluor.
Baryt (mit Spur Stront.)	,15	,15	
Eisenoxyd	69,11	80,11	
Kupferoxyd	,39	,12	
Bleioxyd		,04	
Schwefelsäure	,55	,2	
Phosphorsäure	1,09	,48	
Arsensäure	,07	,04	
Kieselsäure	,48	,42	
Kohlensäure	2,6	3,96	
Wasser	11,03	10,29	
Kali	,58		In *HCl* unlöslich.
Eisenoxyd	,42	,01	
Thonerde	1,87	,16	
Kieselsäure	8,64	,28	

Nauheim. Grosser Sprudel nach Ewald.

Wasser-Extrakt	2,14	(Chlornatrium?)
Kohlens. Kalk	20,81	
Eisenoxyd	49,86	
Manganoxyd(ul?)	,4	
Arseniksäure	,45	
Kieselsäure	2,81	
Wasser	23,53.	

Marienbad, a Kreuzbrunnen, b Ferdinandsqu. nach Kersten 1844.

	a	b	
Lithion	,073	,08	
Magnesia	,051	,035	
Kohlens. Kalk *)	4,98	5,46	*) u. Strontian.
Eisenoxyd	68,12	67,4	In beiden Eisenoxydul, Ammon, Schwefels., Essigsäure.
Manganoxyd	,33	,3	
Phosphors. Thonerde	,03	,02	
Phosphorsäure	,071	,053	
Kieselsäure	7,21	8,4	
Quellsäure	,84	,96	
Quellsatzsäure	1,12	1,31	
Wasser	17,	15,84.	

Rehme nach Adler.

Chlornatrium	5,28
Schwefels. Kalk	2,32
Kohlens. „	3,3
Eisenoxydhydrat	84,17
Thonerde	,5
Arsenigs. Eisenoxyd	,28
Kieselsäure	2,
Rückstand?	2.

Freyenwalde nach Lasch, a u. b von der Frauenbadqu., c. u. d von der Trinkqu.

	a	b	c	d
Magnesia	,555	,629	,24	,25
Kohlens. Kalk	62,77	62,602	9,71	8,51
Eisenoxyd	27,586	27,654	77,44	79,39
Manganoxyd	2,776	2,436	1,32	1,64
Kupferoxyd	,146	,242	Spuren	
Phosphors. Thonerde	1,169	,936	,11	Spur
„ an Eisen	,614	,887	2,74	2,87
Kieselsäure	4,384	4,614	8,44	8,95.

Spur Arsen. Quellsäuren wurden nicht bestimmt.

Schandau nach Wackenroder 1851 bei 100°.

Schwefels. Kalk	,198
Kohlens. „	,915
Eisenoxydul [1]	7,323
Eisenoxyd	16,848
Manganoxydul	,099
Thonerde	,495
3bas. phosphors. Kalk	1,559
Silicate [2]	63,48
Organisches	4,404
Wasser	4,676.

Magn., Kupfer, Blei, Arsen spurweise.

[1]) Oder Oxydul-Oxyd.

$3\ CaO\ PO^5$.

[2]) Schlamm, Sand etc.

Krynica nach Alexandrowicz 1858.

Kohlens. Magnesia	,198
„ Kalk	12,943
„ Strontian	,031
„ Baryt	,18
Phosphors. Thonerde	,147
„ Eisenoxyd	1,903
Eisenoxyd	62,279
Kieselsäure	5,88
Organ. u. Wasser	10,437.

Der Absatz im Leitungskanal hatte 14,54 kohlens. Kalk, 50,7 Eisenoxyd, 19,03 Kieselsäure.

Ems, Kesselbrunnen, nach Fresenius 1851.

Kohlens. Magn.	1,634
„ Kalk	7,95
Eisenoxyd	39,7
Phosphors. Thonerde	2,57
Phosphorsäure	2,43
Kupferoxyd	,042
Blei(oxyd?)	,076
Kiesels., Sand	36,
Wasser	6,56.

Brom, Stront. spurweise.

Chaudes-Aigues nach Blondeau.

Kohlens. Magnesia	4,52
„ Kalk	6,32
Eisenoxyd	75,81
Schwefelarsen	1,17
Kieselsäure	,47
Wasser	11,41.

Liebenstein. Lufttrockner Ocker nach Reichardt 1859.

Magnesia	1,787
Kalk	,408
Eisenoxydul	1,65
Eisenoxyd	56,074
Manganoxydul-Oxyd	,073
Bleioxyd	,025
Kupferoxyd	,008
Silberoxyd	,008
Zinkoxyd	,017
Wismuthoxyd	,003
Thonerde	,684
Schwefelsäure	,312
Phosphorsäure	Spur
Arsensäure	,533
Lösliche Kiesels.	2,939
Organisches	,32
Sand	12,513
Wasser	17,241
Summe	94,6.

Langenschwalbach. I Riegel 1851, II Fresenius.

	I	II
Schwefels. Kalk	2,18	
Kohlens. „	10,125	
Eisenoxyd	74,05	60,06
Manganoxyd		,29
Phosphorsäure		1,04
Thonerde	1,1	
Arseniksäure		,0137
Arsenige Säure	,06124	
Organisches	1,5	
Unlösliches [1])		2,31
Wasser [2])		1,32.

I Noch Spuren von Zinn u. Blei.
II Spuren von Baryt, Kupfer, Blei, CO^2, Organischem.

[1]) 67,5 Prozent.
[2]) 32,4 Prozent.

Chateldon nach Bouquet 1854.

Magnesia	2,
Kalk	6,6
Eisenoxyd	34,4
Phosphorsäure	1,9
Arsensäure	,28
Gelatin-Kieselsäure	16,2
Verlust durch Calcination	38,4.

Vichy. 3 Röhrensinter der Quellen 9, 13, 15 nach Bouquet 1854.

	9	13	15
Magnesia	2,92	2,72	2,8
Kalk	6,08	7,38	7,4
Eisenoxyd	47,4 [1])	37,2	42,8
Kieselsäure	1,04	24,3	4,2
Sand etc.	2,06		
Noch Kieselsäure?		1,7	3,9
Arsensäure	6,96	5,1	8,4
Wasser etc.	33,6	21,7	30.

[1]) Spur Mangan, in 9 u. 15 auch Spur Phosphors.

Ueber die Ocker der M.W. der Auvergne s. Gilberts Annal. Bd. 141, 297.

Vittel nach Henry 1856.

Kohlens. Magn.	9,09
„ Kalk	12,8
Eisenoxyd	55,95
Manganoxyd	14,54
Kieselsäure	4,27
Organisches	3,85.

Spuren von Arsen, Jod, Phosphorsäure.

Weinheim nach G. Müller.

Schwefels. Kalk	1,84	Spuren von Kupfer u. Blei.
Kohlens. Magn.	1,6	
„ Kalk	41,677	
Eisenoxydul	1,045	
Eisenoxyd	24,166	
Phosphors. Thon.	2,16	
Arsenige Säure	.214	
Harz	,225	
Sand etc.	10,5	
Wasser	14,484.	

Contrexeville. Analyse der Ocker dreier Qu. von Lepage 1856.

	Pavillon	Bains	Quai	
Kohlens. Magnesia	3,52	3,876	4,21	Noch Mangan, 0,52 – 0,6
„ Kalk	11,31	14,94	14,7	Verlust.
„ Eisenoxydul	9,6	12.808	13,54	
Eisenoxydhydrat	9,24	9,35	6,76	
Phosphors. Eisen	,78	,737	,634	
Arsenigs. „	,04	,102	,076	
Thonerde	5,94	5,16	4,43	
Kieselsäure	45,45	30.66	40,1	
Organisches	11,1	19,02	11,686	
Wasser	2.42	2,9	3,4.	

Der Reichthum an Kiesels. ist merkwürdig. Das W. enthält vorzüglich schwefels. Kalk.

Luxeuil nach Chapelain.

Eisenoxyd	52,288	
Arsenigs. Eisenoxyd	2,772	(Arseniate ferrique)
Phosphors. „	19,94	
Fremde Substanzen	25.	

Spuren von Mangan, Kupfer, Kohlens., Organischem mit Stickstoff.

Viterbo. Bullicame nach Poggiale. Liebig-Kopp's Jahresber. 1853.

Chlormagnium / „ calcium	,403
Schwefels. Kalk	3,274
Kohlens. „	70,682
Eisenoxydul	20,693
Thonerde	1,057
Silicate	2,72
Arseniksäure	,14
Organisches	1,031.

Der pulverige Sinter von Teplitz bestand nach Ficinus, ausser etwas kohlens. Kalk u. Magn., aus:

Phosphors. Eisenoxydul	62,
„ Thonerde	2,
Kieselsäure	16.

Gewöhnlich setzt sich das Eisen vorzüglich in der Nähe der Quellmündung an u. die späterhin erfolgenden Niederschläge sind fast eisenfrei. Die Thermen von Oeynhausen mit 8,6 kohlens. Kalk u. 0,66 kohlens. Eisen setzten nächst dem Bohrloche 19,3 % Eisenoxydhydrat auf 70,5 % kohlens. Kalk ab; die am weitesten von der Qu. entfernten Absätze halten nur noch 3,16 % Oxydhydrat.

In den Niederschlägen steht das Eisen zum Kalke nicht in dem Verhältnisse, das sie im W. selbst beobachten. Das Eisen setzt sich durch Oxydation ab, der Kalk mehr durch den Verlust von CO^2. Nehmen wir ein Beispiel am

Fehlenbor bei Burgbrohl. Diese Qu. hat neben 5,1 kohlens. Kalk 1,4 kohlens. Eisenoxydul, der Ocker hält aber 80,6 % Eisenoxyd. Dass die Oxydation aber bei dieser vorzugsweisen Ausscheidung des Eisens nicht allein thätig ist, zeigte sich an einer Qu., wo sich Sphärosiderit mit 77 % kohlens. Eisenoxydul unter einem Ockerlager absetzte; hier betrug der kohlens. Kalk nur $^1/_{30}$ des kohlens. Eisens, während er in der Qu. fast viermal so stark als das Eisen vertreten war. (*Bischof Geol. I, 904.)

In den oben mitgetheilten Analysen finden wir nicht selten einen Theil des Quell-Absatzes aus Eisenoxydul bestehend. Auch bei der künstlichen Erwärmung der M.W. wurde zuweilen ein Absatz von Eisenoxydul beobachtet. Ging dabei die Erwärmung so hoch, dass die CO^2 ganz entweichen musste, so darf man die Ausscheidung von Oxydul, wenigstens zum Theile, einem Mangel von CO^2, welche die Auflösung vermitteln muss, zuschreiben. Wurde das Krynica'er Sauer-W. in einem Glaskolben auf 90° erwärmt, so stellte sich durch Prüfung mit Chamäleon heraus, dass im Niederschlage kaum $^1/_4$ des Eisens als Oxyd, dagegen $^3/_4$ als kohlens. Oxydul sich befanden (Alexandrowicz). Wahrscheinlich spielt bei der Abscheidung des Oxyduls aber das Kalkcarbonat eine Rolle.

Eisenoxyd-Oxydul wurde durch den kohlens. Kalk beim Kochen niedergeschlagen. (Schweigger's Journ. 69. B., 161.) *Wurzer fand noch Oxydul im Bodensatz des Kessels, worin das erdige W. von Hofgeismar gekocht wurde. Schon Longchamp sprach von einer Verbindung von Eisen mit Kalk (Anal. de Vichy, 1825). In verschiedenen Kalkspathen, die ohne Zweifel Bildungen aus Gewässern sind, findet sich stets Eisenoxydul, öfters mit Manganoxydul. Es gibt auch complete Ablagerungen von kohlens. Eisenoxydul, z. B. bei Wehr am Laacher See; hier findet sich ein Lager von fast weissem, an der Luft bald schmutziggrün werdendem kohlens. Oxydul unter einer Ockerschichte. Es ist in solchen Fällen wohl anzunehmen, dass unter einer Schicht Kohlens. ein mit kohlens. Eisenoxydul gesättigtes W. verdunstete. Bei vielen Ockern, die einen Theil des Eisens als Oxydul enthalten, ist aber das Oxydul vielleicht theilweise wieder durch Desoxydation des Oxyds mittels eines organischen Stoffes entstanden.

A. Daubrée hat die Bildung der natürlichen Eisenoxyd-Ablagerungen in den Vogesen, im Elsass u. in der Lorraine studirt. Sie finden sich immer in der Nähe von fliessendem Wasser. Das Eisenoxyd, welches in den lockern Terrains mit organischen, sich zersetzenden Stoffen in Berührung ist, wird vom Meteorwasser unter dem Einfluss der organischen Zersetzungsprodukte aufgelöst. Es ist eine schon von Kindler beobachtete Thatsache, dass der eisenhaltige Sand in der Nähe faulender Baumwurzeln entfärbt wird. Eine im sandigen Thone liegende Wurzel saugt das Eisen in einer Entfernung von 1—5 Centimeter auf. „Wenn das Terrain sehr permeabel ist, z. B. Sand, so gibt diese Auflösung des Eisens Gelegenheit zur Bildung zahlreicher Eisenquellen an den tiefern Stellen.“ Die amphibolischen u. pyroxenischen, in den erdigen Zustand übergeführten Gesteine verhalten sich unter gleichen Umständen wie der Sand. Das durch die organische Substanz zu Eisenoxydul reducirte Eisenoxyd scheint von CO^2 u. Quellsäure gelöst zu werden. Ueberall wo die so gebildeten Eisenwässer langsam einherfliessen, setzen sie einen braunschwärzlichen Schlamm ab, der hauptsächlich von Oxydul u. Oxyd in Verbindung mit CO^2, Quellsäure u. W. gebildet wird; auch fehlt Mangan selten darin. Wie das Oxydul sich oxydirt, geht die CO^2 weg u. wenn der Schlamm trocken ist, enthält er nur noch selten mehr als eine Spur dieser Säure. Bleibt der Schlamm nur einige

Tage liegen, so ist er mit vielen Kieselpanzern von Infusorien u. Oscillatorien-Fäden vermischt. Bleibt der Schlamm unter W., so löst sich wieder unter einer Art von Fermentation der organischen Materie eine kleine Menge von Eisen.

Wir haben schon eine Ausscheidung des Eisenoxyduls aus dem W. bei geologischen Umwandlungen kennen lernen (S. 179).

Dass kiesels. u. phosphors. Eisenoxyd die ersten Absätze der Eisen-W. von Schwalbach bildet, wurde schon oben (S. 418) bemerkt. Nach Alexandrowicz fällt, wenn man das Sauerwasser von Krynica im Glase offen an der Luft stehen lässt, Eisenoxyd in Verbindung mit Kieselsäure u. Phosphorsäure in Gestalt eines grauen Niederschlages nieder. Wenn darauf die Kieselsäure zum Theil, die Phosphorsäure ganz niedergeschlagen ist, so nimmt der sich bildende Niederschlag eine dem Eisenoxydhydrat eigenthümliche Rostfarbe an.

Kiesels. Eisen kann auch aus andern natürlichen Eisenlösungen durch Einwirkung Kieselsäure-haltiger W. erzeugt werden. *)

Bunsen fand, dass der Palagonit bei der Digestion mit einer neutralen Lösung von Eisenvitriol unter Bildung von schwefels. Kalk das Eisenoxydul entweder als Hydrat oder vielleicht als kiesels. Salz fällt. (So kann also ursprünglich gelöstes Eisen dadurch, dass die W. ihre Säure in der Berührung mit Kalk verlieren, wieder abgesetzt werden.) Dieselbe Wirkung findet bei den schwefels. Salzen des Eisenoxyds u. der Thonerde statt; unter Bildung von Gyps wird Eisen u. Thonerde gefällt.

Die W. mit Eisensulfat können Quellabsätze bilden, die nicht das Ergebniss einer Oxydation, sondern vielmehr einer Desoxydation sind; dies betrifft namentlich das Schwefeleisen, welches sich an u. in den Qu. u. auf den mit M.W. gefüllten Flaschen **) zuweilen bildet. Wir besprachen diesen Gegenstand schon in §. 161. ***) Es mag noch ein ferneres Beispiel angeführt werden. An der Küste der Insel Bornholm hat man beobachtet, dass an einer Stelle, wo eine eisenhaltige Qu. sich in eine kleine Bucht ergiesst, deren Ufer von Tangen überwachsen sind, alle Geschiebe, ja selbst Stücke von Ziegelsteinen eine schöne gelbe Rinde von Eisenkies zeigen. Vogt Geol. II.

---

*) Bleibt eine Lösung von kiesels. Natron über Eisenoxydhydrat stehen, so bildet sich Eisenoxyd-Silicat. Da kohlens. Eisenoxydul ein häufiger Bestandtheil der Gewässer ist u. daraus sich so leicht Eisenoxydhydrat bildet, so sind die Bedingungen zu dieser Zersetzung des kiesels. Natrons nicht selten. So erklärt sich das häufige Vorkommen der Grünerde u. des Glaukonits im Mineralreiche als Absätze aus Eisenoxyd-Silicat, das im W. gelöst war. In ähnlicher Weise wie kiesels. Natron werden auch Kalk- u. Thonerde-Silicate durch Eisenoxyd zersetzt. Vgl. Bischof in Nat. Ver. d. Rheinl. 1855, 308.

**) Flügge meint, der organische Stoff des Korkes, der eine Zersetzung der Sulfate veranlasse, führe auch die Bildung von Schwefeleisen herbei. (Schmidt Jahrb. 1850. No. 12, 305.)

***) Dort war auch eine Beobachtung von *Andrejewskiy vom J. 1831 kurz erwähnt, die ich jetzt nach dem Originale weitläufiger geben will. Er sagt: „Evenit aliquando, ut in Aponi thermalibus lamella quaedam observetur, natans, tenerrima, metalli instar splendens. Varia est latitudine, facillime dividitur, rarissime adparet et breve tantum tempus persistit. Scabris corporibus facillime inhaeret, a quibus, aqua infusa, mox sejungitur et superficiem petit. Eandem lamellam

Versteinerungen durch Eisenverbindungen. Eisenkies ist nächst dem kohlens. Kalke u. der Kieselerde eines der häufigsten Versteinerungsmittel organischer Formen; am häufigsten der Cephalopoden. Dergleichen verkieste Fossilien werden besonders in Schichten von Thon u. thonigen Mergeln, sowie in bituminösen oder kohlenstoffhaltigen Gesteinen angetroffen. Ihre Bildung scheint jedenfalls auf einer, durch die organische Materie bedingten Zersetzung von Eisenvitriol zu beruhen. Seltener hat Eisenspath, als thoniger Sphärosiderit, das Material zur Umschliessung u. Abformung von Pflanzentheilen geliefert, besonders in der Steinkohlen- u. Braunkohlenformation. Vivianit oder Blaueisenerde findet sich in der Form von Belemniten u. zweischaligen Muscheln. Brauneisenerz erscheint häufig als Steinkern, gebildet durch Umwandlung von Eisenkies, bisweilen auch als Vererzungsmittel von Pflanzenresten oder von Muscheln. Rotheisenerz tritt sehr selten als Eisenglanz auf; öfter trifft man dichtes, erdiges oder schuppiges Rotheisenerz in sehr verschiedenen Fossilien.

§. 201. Kobalt, *Co*, Nickel, *Ni*, Uran, *U*.

Aequivalente: *Co* 29,5 (30 nach Andern), *Ni* 29,5 (resp. 29) *U* 60. — Diese 3 Metalle pflegen nur in geringen Mengen im Mineralreiche vorzukommen. *)

Kobalt kommt meist mit Nickel, Eisen u. Arsen verbunden vor. Nach einer Analyse enthielt das Neusohler Bittersalz in 100 Th. neben 0,332 Kupferoxyd 0,688 Kobaltoxyd (*Schweigger's Journ. 69. B.). **) In Mineralwässern pflegt Kobalt auch nur in höchst geringen Mengen aufzutreten. In folgenden Wässern (oder vielmehr in den Quellabsätzen folgender W.) hat man bis jetzt Spuren davon gefunden. Orezza (neben Eisen: Poggiale 1853), Pyrmont (Bley glaubte im Absatze des Brodelbrunns eine geringe Spur gefunden zu haben), Neyrac (*Henry nach Mazade's Vorgang; wogegen Dieser nach Leforts Versuchen Kupfer für Kobalt angesehen haben soll), Lamalou (Moitessier), Buchsäuerling (Göttl), Giesshübl (Göttl), Homburg

---

plerisque disquisitionibus, quas in fonte domus destillatoriae instituimus, casu animadvertimus, ex. gr. quandoque vitreis apparatibus affixa erat. Praeter hanc substantia simillima, sed odori hepatico nupta evadere solebat, dum acidum muriaticum Oscillatoriae labyrinthiformi adjiciebatur. Vandelli phaenomenon jam sibi cognitum satis luculenter descripsit... Nosmet ferrum, quod fontibus inest, ab acido hydrothionico permeanti, sub forma lamellae istae laevigatae nitidaeque praecipitari nobis persuasimus. Quae lamella non modo ferri sulphurati cuticulae est simillima, sed etiam magnete attrahitur. Aqua Montis-Ironis profecto neutra adparet; si igitur ferrum praecipitatur, organicorum ope id fieri debet."

*) Die plutonischen u. die metamorphischen Gesteine, sowie die ältern neptunischen Gebirgsarten enthalten ganz allgemein ausser Eisen auch noch eines oder das andere der folgenden Metalle: Silber, Kupfer, Blei, Wismuth, Kobalt, Nickel, Zink etc. u. zwar in kieselsaurer Verbindung. Diese Metalle gehen auch in die Pflanzen über. So z. B. enthielt ein Granit des Brockens Kupfer, Nickel, undeutlich Zink u. eine bedeutende Menge Blei (Forchhammer). In Granitstücken des Brockens traf Knop übrigens keine Spur Blei.

**) Ein anderes Referat sagt, dass in einem von Stromeyer oder Hausmann (1834) analysirten Stalaktiten (?) von Neusohl sich ausser 51,7 W. u. 44,9 schwefels. Magnesia noch fanden:

Schwefels.	Kobaltoxyd	1,422
„	Kupferoxyd	,764
„	Manganoxyd	,725
„	Eisenoxydul	,197.

Kaiserbrunn u. Ludwigsbrunn (Fresenius), der Absatz der Acqua acetosa bei Rom (sehr deutlich), sowie Eisenschlamm u. W. der Frattochie colonna (Commaille u. Lambert).

Quantitativ bestimmt wurde Kobalt von Hamberg 1858 in der alten Qu. u. in der Ekholtz-Qu. von Ronneby; bei jener erhielt er nur 0,0043 Kobaltoxydul, bei dieser aber 0,0339.

Methode. Hamberg verfuhr dabei wie folgt: »6000 Grm. W. wurden versetzt mit Schwefelammon, das ganz mit Schwefelwasserstoff gesättigt war, der Niederschlag gewaschen u. in concentrirter Salzsäure unter Erwärmung gelöst, das nicht Gelöste mit Königswasser behandelt u. diese Lösung mit der Salzsäurelösung vereinigt, der Säureüberschuss mit Natroncarbonat fast bis zur neutralen Reaktion weggenommen, die Chloride durch Zusatz von essigsaurem Natron in Acetate verwandelt, darauf Thonerde u. Eisenoxyd durch Kochen vollständig abgeschieden, Filtrat u. Waschwasser bis zur bevorstehenden Krystallisation concentrirt, dann versetzt mit Lösung von salpetrigsaurem Kali, darauf mit Essigsäure, dann 56 Stunden in der Wärme stehen gelassen. Der gelbe Niederschlag (salpetrigsaures Kobaltoxydkali) wurde auf ein bei 100^0 getrocknetes u. gewogenes Filtrum gebracht, gewaschen zunächst mit einer Lösung von essigsaurem Kali (10 p.C.), dann mit Alkohol (80 p.C.).

6000 Grm. Wasser gaben	0,1161	Grm.	salpetrigsaures Kobaltoxydkali.
Also auf 10000 Grm. kommen	0,1935	»	» »
entsprechend	0,033937	»	Kobaltoxydul« (für 0,07 Sulfat).

Lefort gibt folgende Vorschrift, um Kobalt aufzusuchen. Man nimmt eine grosse Menge des natürlichen Absatzes mit Salzsäure auf u. giesst die Lösung in einen grossen Ueberschuss von Ammoniak, der sich bei Gegenwart von Kobalt durch Chlorkobalt-Ammon blau färbt u. digirirt auch den unlöslichen Rückstand noch mit Ammoniak um die letzten Spuren von Kobalt zu gewinnen. Die blaue Flüssigkeit wird verdampft u. im Sandbade getrocknet u. in mit Salpetersäure angesäuertem, kochendem W. wieder gelöst. Das salpeters. Kobalt wird durch Zusatz von kohlens. Soda in geringem Ueberschusse zersetzt, das kohlens. Kobalt im Platintiegel in Rothglühhitze gebracht u. das Oxyd vor dem Löthrohr mit Phosphorsalz geprüft; es gibt in der Oxydationsflamme eine blaue Perle. Um sich vor Kupfer sicher zu stellen, muss man vor der Behandlung der salzsauren Lösung mit Ammoniak lange Schwefelwasserstoff durchstreichen lassen. Cf. Henry Ueber die Gegenwart von Nickel u. Kobalt in einigen Schwefelwässern u. die Methode sie zu isoliren; 1854, 4 p..

Nickel kommt in der Natur meist in Gesellschaft von Arsen vor; es findet sich in einigen Arten von Olivin u. im Granite des Brockens.

Man wollte vor längerer Zeit einmal dieses Metall im Meteor-W. gefunden haben (Kastner u. Witting in Kastner's Arch. V, 190); worin man es wohl nur vermuthete, weil es Bestandtheil der Meteorsteine ist.

Schweigger glaubte einst im Karlsbader W. Nickel gefunden zu haben (N. Jahrb. f. Chem. N. R. IX, 388). Im Buchsäuerlinge fand Göttl Nickel; Henry fand eine Andeutung davon in einer Qu. von Cusset u. (1854) in einem Eisen-W. von Sentein. Vom W. von Neyrac, worin Henry es positiv gefunden haben wollte, läugnete *Lefort (1857) bestimmt, dass es Nickel enthalte. Im W. von Lamalou fand Moitessier eine Spur, Fresenius ebenfalls im Homburger Kaiserbrunn u. im Ludwigsbrunn. In allen diesen

Fällen wurde es nur im Sinter oder Ocker nachgewiesen. Hamberg aber bestimmte das Nickel in den W. von Ronneby quantitativ. »Das bei der Bestimmung des Kobalts in der Ekholtzqu. erhaltene Filtrat wurde nach Ullgren's Methode behandelt: Die Lösung wurde in der Platinschale nahe an Siedhitze mit kaustischem Natron in Ueberschuss gehalten, der Niederschlag (Mangan- u. Nickeloxydulhydrat) ausgewaschen, mit frischgefälltem Quecksilberoxyd u. Wasser bei Siedhitze behandelt, bis er schwarz wurde (durch entstandenes Mangansuperoxyd), dann mit Cyankalium (um Nickeloxydul u. Quecksilberoxyd zu lösen) versetzt, mit Salzsäure gekocht, mit Natronhydrat niedergeschlagen, nach vollständigem Trocknen das Quecksilberoxyd durch Glühen fortgetrieben u. der Rest als Nickeloxydul gewogen.

6000 Grm. Wasser gaben 0,020189 Grm. Nickeloxydul;
für 10000 » macht dies 0,033648 » » (für 0,07 Sulfat).«
Bei der alten Qu. in gleicher Weise verfahrend, fand er: 0,0076 Z.T. Nickeloxydul (für 0,0157 Sulfat). Merkwürdiger Weise sind die Quantitäten von Kobalt u. Nickel in der Ekholtzqu. nahezu gleich (0,0089 Aequ.-Quotiente Kobalt, 0,0091 Aequ.-Qu. Nickel).

Uran ist, so viel ich weiss, nur Einmal spurweise in einer Qu. gefunden worden. Cf. Zink.

§. 202. Zink, *Zn*.

Aequivalent 32,5.

Zink, dessen Carbonat noch löslicher als kohlens. Kupfer in kohlens. W. ist, nämlich zu 7 Z.T., kommt vielleicht eben häufig wie jenes in Lösung vor. Selbst in reinem W. ist kohlens. Zink nicht ganz unlöslich (0,22 in 10000). Zink wurde sehr oft in ockerartigen Niederschlägen angetroffen. Besonders wird dies von den Niederschlägen mehrerer Thermen im nördlichen Afrika bemerkt. Sedillot fand es z. B. in einer Qu. zwischen Bona u. Constantine (1838). Vgl. S. 375. Auch Berzelius traf (1838) Spuren von Zink (Zinn?) im W. von Saidschütz. (Annal. d. Chem. 31. B., 240.) In den Wässern oder vielmehr in den Quellabsätzen von Liebenstein, Liegau, Lamalou (0,01 im Sinter) u. Freyenwalde hat man Spuren von Zink gefunden. Mit Uran soll Zink in einem nicht genannten W. aus dem Elsasse vorgekommen sein. Es tritt zuweilen als Sulfat neben andern Sulfaten auf. In einem vitriolischen Alaunwasser, im Silberberge bei Bodenmais, fand sich 1,4 schwefels. Zink neben 0.17 schwefels. Kupfer. Hier ist die Bergart ein feldspathreicher Granit, dessen Feldspath eine lauch- u. olivengrüne Farbe besitzt u. worin häufig Zinkblende, seltener Kupferblende, sitzt (Buchner's Rep. 1840). Im W. von Ronneby fand Berzelius (1827) Zink (0,133 Sulfat), was Hamberg aber nicht mehr antraf. *) Ueber Rio tinto s. S. 404.

---

*) Aeltere analytische Nachweise des Zinks sind zweifelhaft Rutty soll schwefels. Zink in M.Wässern gefunden haben, Gmelin ebenfalls im W. von Teinach. „Vitriolum zinci licet valde exigua copia immixtum esse acidulis Teinacensibus, monstravit Cel. Gmelin in Diss. de his acidulis. *Cartheuser Hydrol. syst. 1758.

Das Auftreten des Zinks als kohlens. u. kiesels. Salz, sowie als Sulfür im Mineralreiche spricht für ein häufiges Gelöstwerden desselben. So setzt sich in verlassenen Galmeigruben kohlens. Zink schalenförmig an.

Vererzungen in Zinksalze. Auf der Erzlagerstätte von Tarnowitz fand man organische Ueberreste durchaus in Zinkspath umgewandelt. Man kennt Inkrustate von Zinkspath über dem Zimmerholze alter Galmeigruben u. über einem Büschel von Baumblättern, als Beweise sehr neuer Bildung dieses Minerals, für welche auch V. Monheim eine Thatsache von Stolberg bei Aachen anführt. Hier hatte sich kohlens. Zinkoxyd u. Eisenoxydul mit Schwefelzink gebildet. Cf. Verh. d. naturf. Ver. d. Rheinl. 1849. Schwefelzink traf G. Bischof auf altem Grubenholze eines Bleibergwerkes. Am Deister bei Egisdorf waren die Schalen der in einem Schieferthone liegenden Conchylien in braune Zinkblende verändert. Es gibt noch andere Beispiele dieser Umwandlung.

§. 203. Kupfer, *Cu.*

Aequivalent 31,7.

Von allen Metallen ausser Eisen u. Mangan hat sich in den M.Wässern wohl am häufigsten Kupfer auffinden lassen. Es begleitet in der Natur auch sehr häufig das Eisen. Dieser Umstand liess schon erwarten, dass es nicht selten in Lösung vorkomme. Das kohlens. Kupferoxyd ist auch ziemlich leicht löslich in kohlens. W. (2,6 Z.T. nach Lassaigne).

In den offenbar kupferhaltigen Qu. oder Sickerwässern, welche meistens in den Gruben hie u. da, namentlich in Kupferbergwerken, z. B. zu Kirchberg im Unterinnthal, zu Kreklmoos im Kreise Innspruck, zu Bernstein, Schmöllnitz, Illoba, Neusohl, *) gefunden werden, ist das Kupfer meistens als schwefels. Kupfer gelöst. Derartige W. heissen Cementwässer.

Es kann nicht auffallend sein, wenn ein mit freier Schwefel- oder Salzsäure beladenes W. Kupfer aufgelöst hält; man hat aber in den letzten Jahren auch in manchen Wässern Spuren von Kupfer gefunden, die keine andere freie Säure als Kohlens. haben u. auch diese nicht immer in grosser

---

*) Ehemals betrachtete man das W. von Neusohl als ein solches, womit man Eisen in Kupfer verwandeln könne u. betrog die Alchymisten damit. Indem man Sachen aus geschmiedetem Eisen, z. B. Huf-Eisen, Crucifixe, Namen, Herzchen, hineinlegte, wurde darauf das Kupfer präcipitirt, womit die ersten Anfänge der galvanoplastischen Kunst gegeben waren. *Schröder Pharm. univ. 1747, III, c. 26. Das Kupfer-W. im Herrngrund bei Neusohl soll nach Beli fast 70 Z.T. Kupfervitriol, früher noch mehr, enthalten haben. Auch im Neusohler Bittersalze sollen sich Spuren von Kupfer finden. Vgl. S. 428, Anm. 2.

Ein anderes Kupfer-W. war das von Wicklow. „Ob talem acredinem aquae huius generis interne assumtae alvum ducunt et vomitus excitant, ceu e. g. de aqua aerosa Wickloviensi in Hibernia perhibet J. Bond .. (Phil. Transact. 48, p. I No. 28; germanice in Allgem. Mag. VIII, 1756). Notatu interim dignum est quod aqua haec, eodem Auctore ibidem referente, a metallicolis aliisque hominibus saepe in potum citra noxam vertatur et speciatim contra efflorescentias cutis interne cum emolumento adhibeatur.“ Cartheuser Rudom. hydrologiae; 1758. Das Kupfer wurde in Gruben als Niederschlag auf Eisen gewonnen u. dann das W. in den Arklow bei Newbridge geführt, worin aber deshalb keine Fische lebten. — Sieh auch: Rulty Descr. d'un source cuivreuse en Pensylvanie (?) commun. in Phil. Tr. de la soc. roy. de Londres, 49. vol.; 1756.

Menge. Bereits vor 1825 hatte Struve einmal in Selters u. Ems unzweideutig Kupfer gefunden, was sich nicht von den Gefässen ableiten liess; später fand es sich aber nicht mehr wieder. Noch früher fand es Ficinus in Teplitz (Fror. Not. 1824, VI) u. im Karlsbader Sinter (ibid. 1823, V). Berzelius fand im Saidschützer W. eine Spur von Zinn- u. Kupferoxyd u. brachte dies damit in Verbindung, dass in den Olivinen, welche zu der in diesem W. enthaltenen Menge Bittererde Anlass zu geben scheinen, ebenfalls eine Spur dieser beiden Metalloxyde zu finden sei. Als Begleiter des Eisens kann das Kupfer betrachtet werden in vielen der M.W., worin Walchner es besonders aus den Ockern nachwies: Griesbach, Rothenfels, Steinach, Lamscheid, Brohlthal, Kannstatt, Ems, Schwalbach, Wiesbaden, Pyrmont; in mehreren der genannten W. wurde es auch von andern Chemikern gefunden. Im Ocker des Alexisbades u. des Ernabrunnens bildete das Kupfer eine wägbare kleine Masse. Es fand sich spurweise u. a. noch vor in folgenden Wässern, meist Eisenwässern, Aulus (Pinaud), Buchsäuerling, Bussang, Freienwalde, Homburg, Hymensgarten, Kudowa, Labassère, Landeck, Langenau, Liebenstein, Liegau, Mondorf, St. Moritz, Passy, Rippoldsau (in dessen Nähe Kupferminen sind), Saleich (Filhol), Schandau, Schüpfheim, Steben, Valmont (Marchand), Versailles (Chatin), Weinheim, Havre u. Yvetot (Mém. de l'Acad. de Méd. 1855 t. XIX, 121).

In Schwefelwässern u. in Wässern mit Alkalicarbonaten wird es höchstens spurweise vorkommen können. Aachen (Liebig), alle Quellen von Bagnères de Luchon (Filhol u. zwar das W., das eben aus dem Felsen kommt, so dass an eine zufällige Verunreinigung nicht zu denken ist), Bourbonne (Tamisier), Baden-Baden zeigen ebensowohl eine Spur von Kupfer, wie die Thermen von Luxeuil (Braconnot, Henry), Wiesbaden (Fresenius) u. Karlsbad (Göttl; auch schon Ficinus in der Ztschr. f. Natur- u. Heilkunde).

Die Brückenauer Stahlqu. enthält nach Keller 0,0012 Z.T. Kupferoxyd u. die Qu. zu Rippoldsau nach Will 0,0007—0,0015 Z.T.. *) Im W. von Balaruc hatte Béchamp 0,0044 Z.T. Kupferoxyd gefunden. **)

Mehrere Seeprodukte (Schalen der Seethiere, Pflanzen) verdanken dem Meer-W. Spuren von Kupfer. Malagutti fand es in den Fucus-Arten.

Vererzungen in Kupfersalze. Bekannt sind die durch Kupferglanz vererzten Cupressitenreste von Frankenberg bei Hessen. Kupferkies bildet gar nicht selten Anflüge auf den Fisch- u. Pflanzenabdrücken des Kupferschiefers von Mansfeld, Eisleben u. Riechelsdorf; seltener erscheinen auf dieselbe Weise Buntkupferkies u. gediegenes Kupfer. Ebenso sind die Stämme, Aeste u. andere

---

*) Keller bestimmte die Menge der verschiedenen Metalloxyde, welche schon Buchner jun. in den Wässern von Kissingen u. Brückenau gefunden hatte, u. zwar beim Kissinger Ragoczy durch direkte Abdampfung u. Wägung, beim Pandur u. bei der Brückenauer Stahlqu. aus dem Verhältnisse, welches diese Metalle zum Eisen einhielten. Am Rippoldsauer W. hatte Will nämlich gefunden, dass das Verhältniss der übrigen Metalloxyde zum Eisenoxyd im Ocker dasselbe oder nahe dasselbe war, wie im W. selbst.

**) Also nicht 0,24 Z.T. schwefels. Kupferoxyd, wie es heisst. Uebrigens soll es schon in 300 Gr. erkennbar sein. Ac. des scienc. LI.

Pflanzenreste der permischen Formation Russlands sehr reichlich mit Kupfererzen, zumal mit Kupferkies u. Kupferglanz imprägnirt. In einem Torfmoore in Nordwales kommen Pflanzentheile vor, welche mit Malachit, Kupferlasur u. selbst mit gediegenem Kupfer durchdrungen sind. (Nach Naumann.)

§. 204. Blei, *Pb.*

Aequivalent 103,5. Vorkommen. Das Blei ist im Mineralreicheschr verbreitet, als Bleisulfür, kohlens. Blei etc. Es ist in äusserst kleinen Mengen in vielen Silicaten zu finden.*) Ein Thon von Combal enthält nach Laugier (1823) neben Kupfer auch 3 % Bleioxyd. — Das Carbonat ist etwas in kohlens. W. löslich (1,4 Z.T. bei 10°). Selbst metallisches Blei löst sich etwas in destillirtem W. (Arch. d. Pham. XLVII, 174). Ehemals glaubte man, dass Blei gelöst wäre im W. von Plombières (Plumbaria) u. einem Brunnen $^5/_4$ Ml. von Ellwangen gegen Dünkelspiel zu. Es war dies aber, wenigstens was Plombières angeht, nur eine der Phantasie entsprungene, wenn auch sehr verbreitete Ansicht. Erst die neuere Chemie wies das Blei in einigen Wässern spurweise nach, meistens war die Menge aber so klein, dass nur eine ganz genaue Analyse der Quellabsätze darauf hindeutete. Man fand es z. B. in den Wässern (Ockern, Sintern) von: Rippoldsau (0,16—0,37 gr. in 1306 Pf. W. nach Will, also 0,00016—0,00037 Z.T.), Kissingen (etwa $^4/_5$—1 gr. Bleioxyd in 1000 Pf. nach Keller, also 0,001—0,0013 Z.T.), Alexisbad (Rammelsberg, nicht Bley), Ems, Homburg, Hymensgarten, Karlsbad (Göttl im Schlossbrunn), Langenschwalbach, Liebenstein (0,025 % des Ockers), Pyrmont, Ronneburg (0,026 % des Ockers) u. Weinheim.

Das W. einer Qu. zu Barbacot, die neben einem Schwefelblei-Gange entspringt, macht Dem, der davon trinkt, Kolik (Fournet); es ist also wohl bleihaltig.

In dem W. des uralten Hackelsberger Stollen bei Obergrund in österr. Schlesien fand Hochstetter neben basisch schwefels. Eisenoxyd auch 0,92 Bleioxyd (in 10000?) u. eine Spur Arsenik. Das Blei fand sich noch in den Stalaktiten. Der Stollen steht in Schiefer mit eingesprengtem Bleiglanz, Eisenkies u. Kupfer u. mit Gängen von Bleiglanz, Zinkblende u. Kupferkies. Bischof Geol. II, 1930.

Im W. des Ozeans fand Malaguti das Blei zwar nicht direkt, aber er traf es den Fucusarten (gegen 18 Milliontel).

Vererzungen in Bleisalze. Es kommen Schalen von Gryphäen bisweilen in Bleivitriol umgewandelt vor. Auf den im Kalkstein aufsetzenden Bleierzgängen von Kielce in Polen sind häufig Stielglieder von Krinoiden in Bleicarbonat verwandelt. Bleiglanz kommt sehr selten als Vererzungsmittel von Bivalven im Zechstein von Frankenberg in Hessen u. im Kupfermergel bei Trappensee unweit Heilbronn vor. Bei le Vigan (Dép. du Gard) sind die Belemniten des Liaskalksteins in der Nähe eines Bleiglanzganges bisweilen in Bleiglanz umgewandelt u. in einer Sphärosideritniere bei Zwickau fand man den Abdruck eines Blattes auf einem Stücke von Bleiglanz. Auch finden sich im Schiefer von Weissenbach bisweilen Fossilien, welche durch Bleiglanz vererzt sind. (Nach Naumann.) —

Auf die von bleiernen Leitungen etc. herrührenden Verunreinigungen des W. mit Blei wird an anderer Stelle Rede sein. Man hat zu Paris auch Blei-Vergiftungen von künstlichen M.Wässern beobachtet.

---

*) In Granitstücken des Brockens traf Knop keine Spur Blei.

§. 205. Quecksilber, *Hg*.

Das Quecksilber kommt meistens als Sulfür (Zinnober) im Mineralreiche vor. Proust wollte Quecksilber im Steinsalze, Rouelle im Seewasser gefunden haben. In der Provinz Kiang-Nan in China soll eine Qu. sein, die Schwefelquecksilber enthält, was wohl ein Mährchen ist.

Quecksilberoxyd ist angeblich zu 0,5—0,33 Z.T. in W. löslich.

§. 206. Silber, *Ag*.

Utrum autem reperiantur balnea argentea vel aurea non liquet; quia tamen terra immensa est, possibilitasque res ampla, in alioque loco forte nobis ignoto dari possent. nec inconvenit. quia maxima pars eorum, quae scimus est minima eorum quae ignoramus.
*Pasinus 1552.

Nach Malaguti, Durocher u. Sarzeau gibt der Kupferschlag der viel gebrauchten Seeschiffe deutliche Anzeigen von Silber, das man als kohlens., phosphors., chroms., arsenigs. Salz, auch als Jodsilber u. Silberoxyd darstellen konnte. (Die Reaktionen s. bei Henry 301.) Dieselben Chemiker fanden Silber in dem bei St. Malo geschöpften Seewasser. Sie stellten ein Silberkorn von kaum 1/2 Milligramm aus 100 Liter Seewasser dar. (Annal. de chim. XXVIII, 134.) Das Meer-W. oder Seesalz enthält etwa 1 Hundertmilliontel, die Asche von Fucus-Arten 0,1 in 10000. (Chem. Ph. Centralblatt, 1850.) Der Kupferbeschlag eines Schiffes, das 7 Jahre im stillen Ozean gekreuzt hatte, enthielt in 10000 Th. über 4 Th. Silber u. war ganz brüchig geworden. (Field. Vgl. Poggendorf's Annal. C, 349.) Auch Pieste u. Tuld bestätigten den Silbergehalt des Meerwassers. Tuld rechnet gar aus, der Ocean müsse 2 Billionen Kilogramm Silber in Lösung halten. Forchhammer fand Silber in Pocillopora alcicornis.

Silberoxyd fand sich im Ocker der Qu. von Ronneburg u. von Liebenstein in wägbaren Mengen. *)

Das Steinsalz der Lorraine, die Asche der Steinkohlen, das Gewebe vorweltlicher Pflanzen, die Asche von Landpflanzen, selbst die von Ochsenblut enthält Spuren von Silber (Malaguti), so dass an der allgemeinen Verbreitung u. Lösung dieses Stoffes nicht zu zweifeln ist.

§. 207. Zinn, *Sn*.

Aequivalent 58. Zinn, das in den meisten Silicaten als ein Minimaltheil auftritt, wurde im Saidschützer Bitterwasser gefunden, was vom Olivin des dortigen Basalts abstammen soll; ferner fand man es in Bussang, Langenschwalbach, Dürckheim?, Liebenstein (Ludwig), Pyrmont, Steben?, Wildungen?, Mondorf, Kissingen (Buchner), Karls-

---

*) *Cartheuser erwähnt in seiner Hydrol. syst. 1758 noch Folgendes. „Aqua quaedam ex metallifodinis Kungsbergensibus in Norwegia argenti calcem exhibuit Dom. Kronsted; conf. Act. Ac. Scient. Holm. 1755."

bad (Göttl), Wiesbaden. Auf 1000 Pfund Kissinger Rakoczy berechnete Keller 1,15 Gran Zinnoxydul (also für 10000 Gr. : 0,0015 Gr.), auf ebenviel Pandur 1 Zinnoxydul, auf ebenviel Brückenauer Stahlqu. soll 0,063 Zinnoxydul (0,00008 Z.T.) kommen. Im Alexisbade bildet das Zinn 0,003 % des Absatzes.

Vielleicht war schon der Zinn-Gehalt einiger M.W. ältern Chemikern bekannt. Abgesehen von der Meinung, ein Brunnen zu Pougues enthalte Zinn (Faber Hydrogr. Spagyr. II, c. 8), sagt *Adolphi 1733 von einem Brunnen zu Gradlitz: „Proximiores fonti ipsi Kukussensi montes chalybem et stannum manifestis indiciis monstrant", wofür er seine Probe angibt. Zwar fand er es nicht im W. selbst, aber wohl, so glaubte er wenigstens, in dem weissen Ocker im Kessel, indem er ½ Drachme davon calcinirte. Er hielt es aber nicht für gelöst, sondern nur dem W. zugemischt. Merkur, Silber, Gold u. Gemmen-Tinktur war er nicht so glücklich zu finden.

§. 208. Wismuth, *Bi*, und Gold, *Au*.

Wismuth hat man bis jetzt nur spurweise in den Ocker-Absätzen der W. von Driburg, Freyenwalde, Liebenstein u. Pyrmont gefunden.

Gold. Seit der Zeit der Chemiatriker u. wohl noch vor ihnen, so lange man dem Golde eine herzstärkende Kraft beilegte, wusste man auch Viel vom Goldgehalte der M.W. zu erzählen. *) Das vermeintliche Gold wurde nach u. nach beim Fortschritte der chemischen Kenntnisse zu Schwefel oder Eisen oder gar zu Nichts. Einige Jahrzehnde sprach man nicht mehr vom Gold-Gehalte der M.W.; als ganz vereinzelte Thatsache ist nur anzuführen, dass man im W. von Leuk Gold gefunden haben wollte (Journ. de chim. méd. 1. Sér. 1829, V, 390). In neuester Zeit hat dann Göttl solches im Giesshübler Sauer-W. u. im Karlsbader W. finden wollen.

Göttl analysirte einen schwarzen, Schwefelmetalle enthaltenden Quellabsatz einer alten Rinne des Bernhardsbrunnens zu Karlsbad. Der von Salzsäure nicht gelöste Antheil wurde mit kohlens. Kali-Natron aufgeschlossen u. geschmolzen. „Die geschmolzene Masse war grasgrün u. mit zahlreichen gelben glänzenden Metallflitterchen, zeigte unter dem Mikroskope alle Eigenschaften (? L.) des Goldes;

---

*) Die Chemiatriker, durch das Ansehen der Quellabsätze oder des anliegenden Gesteins, durch die Tugenden der Wässer oder durch Paracelsische Ideen verführt, schrieben vielen Brunnen einen Gehalt an edlen Metallen oder Edelgesteinen zu. Die Londoner königl. Societät der Wissenschaften gab z. B. nach einer an Ort u. Stelle vorgenommenen Prüfung einer Therme zu Xeres in Portugal das Urtheil ab, dass das W. aus Gold bestände, dass der Sulphur Solis die Geburt dieses Wunderkindes sei, u. dass andere dortigen Quellen aus Gold u. Silber gemischt seien. Gegen diese Meinung erinnerte der Chemiker Linden, dass er weder in diesem Wasser noch in dem Präcipitate nach vielen vergeblichen Versuchen Silber habe finden können; jedoch sagt er in Betreff des Goldes: „Freilich ist ein wahres Gold darin u. habe ich solches nicht allein aus dem W. selbst präcipitirt, sondern auch aus dem Präcipitat, so dieses W. im Ausfluss niederschlägt, geschieden." Dieses Gold leitet er von den reichen Goldlagern der Portugiesischen Berge ab. Uebrigens ist Verf. etwas freigebig mit dem Golde, das er auch aus einigen englischen Zinnerzen (nebst etwas Silber) u. aus Eisenerde („ein gut Theil, so dass einer davon leben, wenn auch nicht reich werden könnte") auszuscheiden wusste. *Gründl. chem. Anmerk... Clevisch. Sauerbr. 1746.

neben den Flitterchen bemerkte man Körner, welche in den schönsten Regenbogenfarben spielten. Ich habe diese Erscheinung genau u. unter denselben Verhältnissen im Giesshübler W. beobachtet (Vierteljahresschr. IV, 198), damals wie jetzt, Jedem gezeigt, der Interesse daran fand u. besitze die Produkte noch zu Jedermanns Ansicht. In Salpetersäure löste sich obiges Pulver beim Erwärmen bis auf einen kleinen Rückstand, der eine gelbgefärbte Kieselerde war, in welcher ich aber vergebens nach den gelben Flitterchen forschte, obwohl ich wusste, dass ich ganz reine Salpeters. angewandt hatte" etc..

§. 209. Molybdän, *Mo*, Wolfram, *W*, Tantal, *Ta*, Vanadin, *V*, Zirkon, *Zr*, Titan, *Ti*.

Molybdän im W. von Neyrac von Mazade angezeigt, aber von der prüfenden Commission geläugnet, bleibt als Bestandtheil der M.W. zweifelhaft. Lambert fand einen der Molybdänsäure ähnlichen, aber viel zerfliesslichern Körper in diesem W..

Da wolframsaure Salze an manchen Orten sekundär abgelagert sind, wird auch Wolfram in M.Wässern vorkommen. Mazade wollte es mit Tantal, Cerium, Yttrium, Beryllium, Zirkon, Titan im W. von Neyrac gefunden haben, was sich aber nicht bestätigt hat.

Einen dem Vanadin ähnlichen Stoff hat man im Ocker von Bocklet zu finden geglaubt; auch bei der Analyse des Stachelberger W. steht »Vanadin??« als Vermuthung. Vanadinsaures Kupferoxyd ist nicht selten auf Gesteinklüften, als ein Erzeugniss des Wassers zu finden.

Titan wird in manchen M.Wässern vorhanden sein, da kleine Mengen Titansäure in vielen Silicaten, z. B. im Glimmer, vorkommen. Viel Titanoxyd findet sich im Sande des Sabatiner See's. Es findet sich überhaupt nicht selten im Eisensande (mit Chromoxyd nach Thénard). Mazade wollte es im W. von Neyrac gefunden haben, was 1858 von Henry bestätigt wurde. Auch Lambert will es positiv dargethan haben. Lefort läugnet aber dessen Vorhandensein. Auf eine zweifelhafte Spur Titan wollte Kastner vor längerer Zeit im Wiesbadener Sinter gestossen sein. (Dessen Arch. IX.) Auch im Schwalbacher W. fand er leise Spuren davon. Bei der Analyse des W. von San Colombano (Lombardei) hat Grandoni (1834) »Titan?« als vermuthlichen Bestandtheil angemerkt. Im Buchsäuerling bei Karlsbad fand Göttl Titan, auch im W. von Karlsbad.

Zirkon, von Mazade im W. von Neyrac gefunden, konnte von Henry nicht mit gehöriger Bestimmtheit nachgewiesen werden u. wurde ebensowenig wie die übrigen seltenen Stoffe dieses W. von der Untersuchungs-Commission, welche selbst die von Mazade angewandte analytische Methode unrichtig fand, wiedergefunden. —

Es schliesst hiermit die Reihe der mineralischen Stoffe, welche man bisheran in den Mineralwässern gefunden hat. *) Manche der übrigen

*) Es möchte der Vollständigkeit wegen noch ein unbestimmter Stoff zu erwähnen sein, der im W. von Cambrai zu 0,8 Z.T. gefunden wurde. Er war nach dem Glühen in Salzsäure löslich u. bildete in dieser Lösung mit Kali weisse Flocken, mit Schwefelammonium aber einen schwarzen Niederschlag, worüber eine amethystfarbene Flüssigkeit stand.

Elemente werden ohne Zweifel noch in wässeriger Lösung vorkommen. Es steht hier fernern Untersuchungen ein weites Feld offen.

§. 210. Reste urweltlicher Quellen.

Lecoq, Rech. sur les eaux therm. et sur le rôle qu'elles ont rempli à diverses époques géolog.; Clermont-F. 1839. *Hausmann Ueber das Vorkommen von Quellengebilden in Begleitung des Basaltes der Werra- u. Fulda-Gegenden; 1858. Daubrée Ueber den Zusammenhang der Thermen von Plombières mit den dortigen Erzgängen in Annal. des mines XII, 1858, übersetzt in Freiberger Berg- u. hüttenmänn. Ztg. 1859, No. 1—13. *Hermann Müller Ueber die Beziehungen zwischen Mineralquellen u. Erzgängen im nördl. Böhmen u. in Sachsen; 1860.

Ohne Zweifel sind bei den Umwälzungen, welche die Erdrinde durch sedimentäre Ablagerungen u. vulkanische Durchbrüche erfahren hat, viele Quellspalten verdeckt oder ausgefüllt worden. Andere Spalten sind aber von den Produkten der Qu. oder der mit Mineralstoffen beladenen Sicker-Wässer angefüllt. Nicht selten trifft man daher an Stellen, wo grosse Massen aus dem Erdinnern aufstiegen u. aller Wahrscheinlichkeit nach einst Mineralquellen flossen, noch Ablagerungen an, wie sie noch heute von Mineralquellen zurückgelassen werden: kohlensauren Kalk, Kieselsäure, Eisen- u. Mangan-Carbonat etc.. Diese Mineralsubstanzen finden sich manchmal in Begleitung des vulkanoïdischen Basaltes unter solchen Verhältnissen, dass ihre Bildung durch heisse Quellen, welche die basaltischen Erhebungen begleiteten, nicht wohl bezweifelt werden kann. In den Werra- u. Fulda-Gegenden zeichnet sich als Trabant basaltischer Massen besonders die Kieselsäure aus. Der kohlens. Kalk steht ihr, wenn auch nicht in der Verbreitung, doch aber hinsichtlich der Quantität weit nach. Die übrigen Substanzen erscheinen weit seltener, finden sich aber an einigen Orten in bedeutenden Massen in der Nähe des Basaltes. Das Vorkommen vom kohlens. Kalke beschränkt sich nicht auf die basaltischen Massen, welche sich aus dem Muschelkalke erhoben haben, sondern findet sich ebensowohl da, wo der Basalt andere, nicht kalkige Gebirgsarten, namentlich den bunten Sandstein, durchbrochen hat. Waren heisse Wässer u. Wasserdämpfe die Begleiter basaltischer Eruptionen, so mussten sie sich besonders da einen Ausgang verschaffen, wo sie den geringsten Widerstand fanden. Dieses war nun vorzüglich an den äussern Gränzen der aufsteigenden u. die in den Weg tretenden Gebirgsmassen durchbrechenden, geschmolzenen Massen der Fall. Doch beschränken sich diese Quellprodukte nicht auf den Wechsel des Basaltes u. der durchbrochenen Gebirgsmasse, sondern kommen auch wohl in der durchbrochenen Gebirgsmasse oder in der Nähe des Basaltes vor.

Gab es Mineralquellen vor dem Hervorkommen des Basaltes? Diese Frage scheint bejaht werden zu müssen, wenigstens in Bezug auf die Gegend von Karlsbad, wo ein Hornsteingang als Wegweiser der Karlsbader Quellen angesehen wird. v. Warnsdorff sagt in dieser Hinsicht: „Gehören die gangartig auftretenden Hornsteinmassen, welche wenige Schritte östlich vom Sauerbrunnen bei der Dorotheenau anstehen u. anscheinend ein ähnliches Streichen haben, dem Hornsteingange vom Bernhardsfelsen an, so muss, da sie im Hangenden der Hauptstreichrichtung dieses Ganges liegen, bei diesem Gange eine Verwerfung durch einen Verwerfer bewirkt worden sein, der zugleich die Richtung der Tepl an der Alten Wiese bedingte. Es unterliegt kaum einem Zweifel, dass die Mineralquellen Karlsbads — vorzugsweise die warmen — in der Hauptsache dermalen auf diesem Gange emporsteigen u. theils auf ihm selbst, theils aus dessen hangenden Nebengesteine auf Parallel- u. Querklüften u. s. w. ausbrechen. Selbst der Sprudel scheint auf einer dergleichen Querkluft oder Spalte auszubrechen, die wahrscheinlich die Verwerfung des Hornsteinganges bewirkt hat, wenn man erwägt, dass der eigentliche Wasserstrahl desselben unter der Sprudeldecke vom linken Tepl-Ufer herüber kommen soll. Aber unrichtig scheint es mir zu sein, wenn man den Ursprung dieser Quellen dem Hornsteingange zuschreibt, da derselbe mit seinen vielfachen Nebentrümmern u. Trümmerchen wahrscheinlich selbst erst ein früheres Erzeugniss — ein Produkt — dieser Quellen ist, durch welche der Quarz des Granits ausgelaugt u. in den Spalten u. Ritzen desselben als

Hornstein wiederum abgesetzt wurde." Nach Kapp's Beobachtung enthalten aber die in einigen Basaltbergen bei Karlsbad eingeschlossenen Granitschollen auch Trümmer von Quarz- u. Hornsteingängen u. der Quarz- u. Hornsteingang von Giesshübel an der Eger wird gegen Süd durch eine Basaltmasse in seiner Fortsetzung plötzlich unterbrochen, woraus zu folgern ist, dass diese Gänge vor dem Auftreten des Basaltes schon vorhanden waren. Die Erzgänge des Erzgebirges u. des benachbarten Böhmens sind, wie aus analogen Verhältnissen geschlossen wird, in den meisten Fällen älter, in einigen Fällen aber auch jünger, als die mit ihnen in Berührung tretenden Basalte u. Phonolithe sich erweisen. H. Müller hat über die Beziehungen zwischen Mineralquellen u. Erzgängen noch andere Thatsachen gesammelt. Diese Beziehungen liegen besonders zu Marienbad offen vor. „Es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen", sagt v. Warnsdorff, „dass die stock- u. gangförmigen Hornsteinablagerungen im Gneiss sowohl, wie im Granit, die Rotheisenstein- u. Mangangänge nur als vormalige Niederschläge u. Absätze der hiesigen Quellen (Sauerwässer) angesehen werden können, in welchen Niederschlägen zugleich auch der stärkste Beweis für eine frühere ungleich höhere Temperatur dieser Quellen liegen dürfte, bei welcher sie mehr Kieselerde in sich aufgelöst enthalten konnten." Kersten hat zwei Hornsteinabänderungen von Marienbad einer chemischen Analyse unterworfen u. dabei gefunden, dass dieselben keine reinen Kieselerde- oder Quarzausscheidungen, sondern wasserhaltende übersaure kieselsaure Verbindungen von Thonerde, Talkerde, Kalkerde, Natron u. Kali sind, wie die Geyser-Sinter. Der letzte Umstand erhebt daher die Vermuthung zur grossen Wahrscheinlichkeit, dass diese Hornsteinmassen auch auf analoge Weise, wie die Geyser-Sinter, gebildet sein mögen. *)

Wie eben erwähnt wurde, entspringt der Giesshübler Sauerbrunn auf oder nahe neben dem Ausstreichen eines im Granit u. auf der Gränze zwischen diesem u. Basalt aufsetzenden Quarz- u. Hornsteinganges von beträchtlicher Mächtigkeit. Auch in der Nähe der Königswarther Säuerlinge u. der lauen Säuerlinge von Wiesenbad sind Quarz- u. Hornsteingänge. Ein mächtiger Quarzgang durchsetzt das Thal, worin die Sauerwässer von Elster fliessen, u. trifft mit seinem südöstlichen Streichen in die Gegend des Sohler Säuerlings. Das Soolwasser der ehemaligen Saline Altensalza im Voigtlande hängt mit einer mächtigen Zone von Diabas zusammen. Die Wolkensteiner Therme bricht aus Drusen eines dort im grauen Gneisse aufsetzenden Erzganges hervor. Aehnliche Verhältnisse weist nun H. Müller von den Eisensäuerlingen des Augustusbades bei Radeberg u. von andern Quellorten (theils Grubenwässern) nach. „Es sind die Quellengänge ziemlich gradlinig u. weit fortsetzende, reine Spaltengänge, deren spätere Bildung als das umgebende Nebengestein, theils die häufig in ihnen eingeschlossenen, mehr oder minder scharfeckigen Bruchstücke von letzterem, theils die bisweilen durch sie bewirkten Verwerfungen des Hangenden u. Liegenden, theils die an ihren Salbändern zu beobachtenden Lettenbesteege u. Reibungsflächen, theils ihr ungestörtes Fortsetzen durch mehrere Gebirgsglieder verschiedenen Alters ausser Zweifel setzen."

„Anlangend zuerst den mineralogischen Charakter der Ausfüllungsmasse, so zeigen sich bei den Quellengängen folgende vier Formationstypen:

1) Bestandtheile: krystallinischer Quarz, Hornstein, Eisenkiesel, Jaspis, Chalcedon, Achat, Amethyst, Baryt, Rotheisenerz, Eisenglanz, Brauneisenerz, Stilpnosiderit, Eisenocker, Psilomelan, Braunit u. Manganocker — Typus der erzgebirgischen Eisenerz-Gangformation — bei den Quellengängen von Marienbad, Karlsbad, Giesshübel an der Eger, Elster, Christianen-Eberhardinenbrunn, Wiesenbad, Wolkenstein u. Radeberg.

---

*) Bei der Untersuchung der ockerigen Absätze, welche sich aus dem W. des Kreuz- u. des Ferdinandsbrunnens bei Berührung mit der Luft erzeugen, fand Kersten, dass dieselben ausser freiem u. kieselsaurem Eisenoxyd wirkliche Silicate von Talkerde u. Kalkerde enthalten, wie er auch in dem W. beider Qu. die nämlichen Verbindungen nachgewiesen hat.

2) Bestandtheile: krystallinischer Quarz, Hornstein, Braunspath, Kalkspath, Kobalt-, Nickel- u. Wismutherze, edle Silbererze, Eisenkies — Typus der erzgebirgischen Kobalt- u. Silbererz-Gangformation — bei den Quellengängen von Gottes Geschick u. von Sangerberg.

3) Bestandtheile: krystallinischer Quarz, Hornstein, Baryt, Flusspath, Braunspath, Kalkspath, silberarmer Bleiglanz, silberreiches Fahlerz, Eisenkies, Kupferkies mit sporadischen Vorkommnissen von Nickel- u. Kobalterzen u. von edlen Silbererzen — Typus der Freiberger barytischen Erzgangformation — bei den Quellengängen der Gruben Alte Hoffnung u. Kurprinz bei Freiberg.

4) Bestandtheile: krystallinischer Quarz, Eisenspath?, silberarmer Bleiglanz u. Kupferkies — Typus der voigtländischen Kupfer- u. Eisenerz-Gangformation — bei dem Quellengange von Altensalza."

„Auch hinsichtlich ihres allgemeinen Streichens stimmen die Quellengänge mit den Gängen der vier genannten Erzgangsformationen überein. Wie nämlich diese, ausser da, wo sie auf ältern, später wiederaufgebrochenen Erzgang-Spalten sich ausgebildet haben, vorzugsweise die Richtung von N.W. gegen S.O., zwischen hor. 8. u. 12. schwankend, verfolgen, so beobachtet man auch bei der Mehrzahl der Quellengänge dieselbe Hauptrichtung des Streichens. Es ist dies die nämliche Richtung, welcher viele wichtige, nach Ablagerung der Kreide-Formation entstandene Gebirgs-Spaltungen, Hebungen u. Verwerfungen im mittleren u. nordwestlichen Deutschland, so z. B. die Hebungslinien des Riesengebirges, Böhmerwaldes, Thüringerwaldes, des Nordostrandes vom Harze, die Hauptverwerfungen im Zwickauer u. Dresdener Kohlenbassin, auf dem rechten Elbufer, im Thüringer Flötzgebirge u. s. w. folgen." — —

„Wer bei den Gängen der Eisenerz-Formation krystallinische Massen von reinem Quarz in bunter Verwachsung mit Rotheisenerz, Brauneisenerz oder Manganerzen nebeneinander, oder wasserhelle Quarzkrystalle mit punkt- oder fleckenartigen Einschlüssen der eben genannten, bei den Gängen der Kobalt- u. Silbererz-Formation Quarz, Kalkspath, Chloanthit, Leberkies u. gediegenes Silber mit einander verwachsen oder bei den Gängen der Baryt-Formation papierdünne bandartige Zonen von Quarz, Flussspath, Baryt, Strahlkies, Bleiglanz u. s. w. in hundertfältiger Repetition mit der grössten Regelmässigkeit auf grosse Längen aushaltend abgelagert sieht, wird bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft nicht daran denken, dass solche Combinationen aus einem heissflüssigen, in die Gangspalten eingedrängten Mineralbrei sich haben entwickeln können, sondern die Erklärung dieser Art von Bildungen lediglich in Niederschlägen aus wässrigen Solutionen suchen. Wie sollten auch die unzähligen, zum Theil nur halbfertigen oder gar erst begonnenen Pseudomorphosen, welche die fraglichen Gänge besonders häufig, bisweilen auf grosse Längen fast ausschliesslich erfüllen, anders als durch einen atomweise erfolgten allmäligen Austausch verschiedener Stoffe mit Hülfe wässriger Reagentien vor sich gegangen sein? Auf ähnliche chemische Wirkungen deutet ferner auch der substanziell mehr oder weniger veränderte Zustand des Nebengesteins in der Nähe alter Erzgänge, wobei hauptsächlich die allmälige Zersetzung der Feldspathe zu Kaolin oder Steinmark u. der Ersatz der entführten Stoffe durch kieselreiche Verbindungen, sowie Imprägnationen von Gang- u. Erzarten eine wichtige Rolle gespielt haben."

„Wenn endlich unter den in den Mineralquellen enthaltenen Stoffen auch solche nachgewiesen worden sind, welche charakteristische Mineralverbindungen der Erzgänge constituiren, als Kieselerde, Kalkerde, Talkerde, Thonerde, Baryterde, Schwefel, Chlor, Flusssäure, Phosphorsäure, Kohlensäure, Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel, Kupfer, Zink, Antimon, Arsen u. s. w. u. anderseits auf den Erzgängen u. Quellengängen als wesentliche Bestandtheile solche Substanzen sich finden, welche noch heutigen Tages aus den Wässern heisser oder kalter Qu. sich absetzen, wie die den Geysersintern analog zusammengesetzten Hornsteine, ferner Eisenoxyde, Manganoxyde, Schwefeleisen u. s. w., so sind wohl die Argumente für die Bildung der in Rede stehenden Klassen von Erzgängen durch Mineralquellen genügend erschöpft."

„Aber ohne Zweifel würde man zu vielen Fehlschlüssen gelangen, wollte man lediglich die heutigen Verhältnisse der Mineralquellen, welche doch nur einen schwachen Nachhall einer früher weit intensiveren Thätigkeit repräsentiren, als Maassstab u. Anhalt für die Erklärung aller Erscheinungen auf den Erzgängen benutzen. Verschiedenheiten in der mineralogischen Constitution der letztern deuten darauf hin, dass die den Gangspalten entströmenden Mineralquellen nicht nur zu verschiedenen Zeiten, sondern auch an verschiedenen Lokalitäten sehr abweichenden Einflüssen unterlegen haben. In letzterer Beziehung ist besonders auf den ganz verschiedenartigen Formationstypus aufmerksam zu machen, den die fraglichen Erzgänge im Bereiche verschiedener Gebirgsglieder annehmen, indem die erzgebirgische Eisenerz-Gangformation vorzugsweise im Granit, granitischem Gneiss u. deren Nachbarschaft, die Kobalt- u. Silbererz-Gangformation in krystallinischen Schiefergesteinen, die Baryt-Gangformation im grauen Gneiss u. verwandten Gesteinen u. die voigtländische Eisenerz-Gangformation im Bereich von Grünsteinen in charakteristischer u. vollständiger mineralogischer Entwicklung auftritt. Selbst bei einem u. dem nämlichen Gange stehen bisweilen minder wesentliche petrographische Verschiedenheiten des Nebengesteins mit Veränderungen in der Qualität der Gangausfüllungsmasse in auffälligem Zusammenhange. Aus diesen Verhältnissen geht hervor, dass die Beschaffenheit des Nebengesteins einen wichtigen Einfluss auf die Art der Mineralquellenabsätze geäussert haben muss, sei dies nun entweder in Folge davon, dass die Bestandtheile dieser verschiedenen Absätze unmittelbar aus dem Nebengestein abstammen, oder dass letzteres je nach seinen chemischen u. physikalischen Eigenschaften verschiedene Fähigkeit besass, aus den Solutionen der Qu. diese oder jene Substanzen vorzugsweise zu präcipitiren."

„Anlangend die Veränderungen, welche die Quellenthätigkeit zu verschiedenen Zeiten erfahren hat, so lässt zunächst die auf manchen Gängen zu beobachtende Anordnung der verschiedenen Gangbestandtheile in vielfach repetirenden bandförmigen Lagen oder Zonen auf einen während gewisser Zeitperioden öfters eingetretenen Wechsel in den Bestandtheilen oder in den Fällungsmitteln der Mineralquellen schliessen, während die bei allen Gängen wahrnehmbare gesetzmässige Altersfolge gewisser verschiedener Gangbestandtheile eine im Laufe der Zeiten allmälig fortgeschrittene Veränderung der Quellenthätigkeit beurkundet." —

„Alle angeführten Verhältnisse weisen mit Bestimmtheit darauf hin, dass die chemischen Processe bei den Mineralquellen sowohl in Bezug auf Modalität, als auch in Bezug auf Intensität früher andere gewesen sein müssen, als in späterer oder gar in gegenwärtiger Zeit."

„Beide Erscheinungen, die Erzgänge u. die Mineralquellen, sind jedenfalls geeignet, gegenseitig ihre Entwicklungsgeschichte zu ergänzen. Weisen die Erzgänge als weit erstreckte, in ungemessene Tiefen reichende, allmälig ausgefüllte Bruchspalten auf einen sehr tiefen Ursprung der Mineralquellen u. auf einen durch Zeit u. äussere Umstände bedingten Wechsel in der Stärke u. Art des Gehaltes an festen u. flüchtigen Bestandtheilen der letztern, sowie in deren gegenseitigen Reaktionen hin, so geben anderseits die Mineralquellen mit ihren gegenwärtigen Verhältnissen die Erklärung für die Modalität der Zuführung u. des Absatzes der die Erzgänge ausfüllenden Substanzen an die Hand." (H. Müller.)

Die Thermen der Vogesen sind alle begleitet von Metall-Adern oder von Gängen, die mit Quarz, Baryt oder Flussspath gefüllt sind. Zu Luxeuil ist Baryt u. ein vertikaler Jaspis-Gang, zu Bains Baryt u. Eisenstufen, zu Fontaines-Chaudes schwefelsaurer Baryt in den Spalten des Vogesensandsteins, woraus die Qu. emporsteigen, gefunden worden; zu Reherrey ist es ein Quarzgang mit viel Eisen, u. zu Chaudeau Gänge mit Quarz u. Baryt mit einem anderen Gang, woraus die Qu. kommen; zu Plombières steht jeder Sprung mit einem besonderen Gang in Verbindung, worin Flussspath, Quarz, Halloysit (vorzugsweise Kieselsäure u. Thonerde), abgelagert sind; auch fehlt schwefelsaurer Baryt nicht.

Die meisten Metalladern des Altaï-Gebirges finden sich eher in den neptunischen Gebilden als in dem Granite; aber sie sind nur wenig vom Granite entfernt: einige auch darin eingeschoben. v. Tschihatcheg in *Compt. rend. 1848.

Besonders sind die Uebergangsformationen in vielen Gegenden reich an mancherlei Erzlagerstätten, namentlich Eisen-, Kupfer-, Blei- u. Zinkerze, welche

entweder zerstreut oder zu selbstständigen Lagern u. Stöcken concentrirt vorkommen u. dann entweder zwischen gleichartigen Gebirgsschichten eingelagert, oder noch öfter auf den Gränzen ungleichartiger Schichten, zumal auf den Gränzen der Kalksteine gegen andere Schichten abgelagert sind. „In diesem letztern Falle dürften sie wohl nicht selten als secundäre, durch die chemische Reaction des Kalksteines auf ehemalige Mineralquellen zur Ausbildung u. zum Absatz gelangte Niederschläge zu betrachten sein.“ (Naumann Geogn. II, 291.) Die Eisenerzlager der Grünsteinformation Westphalens kommen auf der Gränze zwischen dem Schalstein, Kalkaphanit oder Diabasporphyr, u. dem Thonschiefer oder Kalkstein vor. (Ibid. p. 414.) Von den accessorischen Bestandtheilen der Steinkohle ist vor allen der Eisenkies zu nennen, nächst welchem nicht selten Bleiglanz erscheint, meist als lamellare Ausfüllung feiner Risse u. Klüfte, bisweilen auch Kupferkies u. Zinkblende. „Alle diese Schwefelmetalle sind wohl aus schwefelsauren Salzen gebildet worden, welche in W. aufgelöst, die Steinkohlenflötze durchdrangen u. durch die Reaction der organischen Substanz einer allmäligen Zersetzung unterlagen.“ (Ibid. 473.) In den Gängen der Steinkohlenformation haben sich durch den Zutritt unterirdischer Gewässer nicht selten krystallinische Mineralien gebildet, unter denen besonders Kalkspath, Faserkalk, Braunspath, Quarz, Baryt, u. von Schwefelmetallen Eisenkies, Bleiglanz u. Zinkblende zu nennen sind. (p. 510.) Die Erzführung des Rothliegenden besteht vorzugsweise in Kupfererzen. Die Kupfersolutionen, aus welchen diese Erze gebildet wurden, scheinen sich besonders nach der Vollendung des Rothliegenden, auf dem Grunde der Meeresregionen ausgebreitet zu haben, in denen die Zechsteinbildung zur Entwickelung gelangte. (604.) Sehr charakteristisch ist die Metallführung des Kupferkieses; das Kupfer ist oft in der Nähe der organischen Ueberreste, zumal der Fische, besonders concentrirt, so dass es scheint, dass die organische Substanz sie vorzugsweise zum Niederschlage disponirt hat. Am häufigsten sind Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupferkies u. Eisenkies; andere Kupfererze, Bleiglanz Zinkblende, Silber, Kobalt, Nickel, Vanadin etc. sind seltener. „Der Kupferschiefer als erster Bodensatz des Zechsteinmeeres, liefert uns einen unumstösslichen Beweis dafür, dass die Natur die meisten der auf unsern Erzgängen vorkommenden Erze aus wässerigen Solutionen, überhaupt auf hydrochemischem Wege zu bilden vermochte. Es dürften daher die Schwefelmetalle u. gediegenen Metalle der Erzgänge zuverlässig auf demselben Wege entstanden sein. Die Erzgänge haben wohl ihre Ausfüllung grösstentheils vorweltlichen M.Quellen zu verdanken, welche theils erdige, theils metallische Sauerstoffsalze, Schwefelsalze u. Haloidsalze aufgelöst enthielten, u. mancherlei Zersetzungs-, Bildungs- u. Umbildungsprocesse veranlassten, wodurch die erdigen u. metallischen Mineralien entstanden, welche die Gangarten u. Erze bilden. Die zahlreichen Erzgänge, erzführenden Kämme u. Rücken, welche gerade im Bereiche der Zechsteinbildung aufsetzen, dürften wohl mit der Erzführung des Kupferschiefers in einem gewissen Causalzusammenhange stehen, u. machen es wahrscheinlich, dass auch ein Theil dieser Erze erst später in den Kupferschiefer gelangt ist.“ Naumann II, 622. Cf. p. 631. Der englischen Zechsteinformation fehlen die Kupfererze; der in ihr befindliche Kalkstein, welcher oft etwas bituminös ist, hält gar nicht selten Bleiglanz oder Zinkblende eingesprengt. (649.) Die Sandsteine der Permischen Formation in Russland sind reich an Pflanzenresten u. an kohlensauren Kupfererzen, welche letztere besonders in den ersteren concentrirt zu sein pflegen. Die Schieferletten-Mergel u. Mergelschiefer sind oft reichlich mit Kupfererzen imprägnirt. Nirgends findet man einen so allgemein verbreiteten Reichthum von Kupfererzen, als an der Westseite des Ural, in den Gouvernements Perm u. Orenburg. Die beiden herrschenden Erze sind Malachit u. Kupferlasur, auch ist vanadinsaures Kupferoxyd ziemlich häufig, gewöhnlich auf Klüften als Anflug von Dendrolithen. Besonders reichlich pflegen sie an den versteinerten Stamm- u. Astfragmenten aufzutreten, welche der Sandstein beherbergt. Hofmann ist der Meinung, dass die Erze ursprünglich Schwefelverbindungen gewesen sein mögen. Murchison hat die Ansicht aufgestellt, dass während der Bildungsperiode der permischen Formation viele, mit Kupfersalzen geschwängerte M.Quellen am Ural existirten, deren W. in die Flüsse u. zuletzt in das permische Meer gelangten. „Die auf den Kluftflächen der Porphyre so gewöhnlich, u. bisweilen in wunderbarer Schönheit vorkommenden Dendriten stehen mit der beginnenden Zersetzung des Gesteins in einem

gewissen Zusammenhange, indem die von den Gewässern aufgelösten Metalloxyde unter dem Einflusse der Capillarität auf den Klüften zum Niederschlage gelangten." (p. 691). Associationen der Porphyre mit gangförmigen Lagerstätten von Eisenerz oder Manganerz sind in manchen Gegenden bekannt. Interessant ist das nicht seltene Vorkommen von Kupfererzen u. selbst von gediegenem Kupfer in den Melaphyren, bisweilen von Silber begleitet; auch Eisenerze u. Manganerze sind in vielen Melaphyren bekannt. Die Sandsteine der Buntsandsteinformation enthalten nicht ganz selten Baryt, zuweilen auch Braunspath, Kalkspath, Quarz u. Cölestin; Kupfererze u. Eisenerze sind an vielen, Bleierze an einigen Orten bekannt; diese Erze bilden aber keine selbstständigen Lager. Mächtige Barytgänge setzen vielorts in der Buntsandsteinformation auf. Wichtiger sind die hier u. da vorkommenden Erzlager des Muschelkalks, z. B. die Zinkspath- u. Galmeilager in Oberschlesien, Polen, Baden; auch Bleierze, Zinkblende, Brauneisenerz u. Bohnerz sind nachgewiesen worden. Der Oberschlesisch-Polnische Muschelkalk enthält besonders Bleiglanz, Brauneisenerz u. Galmei, welche mehr oder weniger gesondert vorkommen u. in der ganzen Art ihres Auftretens die entschiedenen Beweise liefern, dass sie erst nach der Ablagerung des Dolomits, durch M.Quellen gebildet wurden, wie solches von Krug v. Nidda sehr schön dargethan worden ist. Besonders wichtig ist der Nachweis von spalten- u. röhrenförmigen Schlünden im Sohlgesteine, welche mit den Erzablagerungen in unverkennbarem Zusammenhange stehen, u. sich deutlich als die ehemaligen Quellen-Kanäle zu erkennen geben. Durch den Bergbau sind viele solcher alten Quellenschlünde aufgefunden worden, deren Wände mit denselben Erzen bedeckt sind, welche sich oben auf der Oberfläche des Sohlgesteins ausbreiten. Die Trennung dieser Erze ist unvollkommen; die Eisenerze enthalten alle Zink u. Blei, der Galmei wiederum immer Eisen u. Blei. (Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. II, 220 ff.) Für die sehr ähnlichen, im Muschelkalke bei Wiesloch in Baden vorkommenden Galmei-Lager sind ganz analoge Verhältnisse nachgewiesen. (Ibid. III, 359, V, 5. Cf. Naumann II, 793.) Merkwürdig ist auch die in einigen Gegenden Frankreichs vorkommende höchst innige Verknüpfung der Arkos (Lias) mit Erzgangbildungen, indem die aus der Tiefe durch den Granit hinaufsteigenden, vorwaltend aus Quarz, Hornstein u. Chalcedon, mit Baryt, Flussspath u. Bleiglanz bestehenden Gänge sich in den Schichten des Arkos nach allen Richtungen verzweigen. Ibid. II, 812. Unter den metallischen Mineralien der Liasformation erlangen fast nur die Eisenerze einige Bedeutung (817).

Hinsichtlich der Bildung der Zinkerze*) auf nassem Wege entnehme ich Folgendes einer Abhandlung von V. Monheim (Verh. d. naturhist. Ver. der Rheinl. V).

„Die Hauptmasse der Altenberger Ablagerung ist ein dichtes, mehr oder weniger Zinkspath enthaltendes Kieselzinkerz, u. muss dieses sich aus seiner Auflösung in mit Kohlensäure gesättigtem W. abgeschieden haben, als entweder die freie Kohlensäure entweichen konnte, oder als diese eine löslichere Verbindung vorfand, daher die schwerer lösliche fahren liess. Dass Zinkspath sich mit dem Kieselzinkerz niederschlug, weil hiervon auch in der Auflösung vorhanden war, ist natürlich."

„Die Kieselzinkerzkrystalle sitzen fast immer auf dem dichten Kieselzinkerze in Drusen, u. werden wohl die meisten gleich nach der Ablagerung des dichten Minerals durch langsames Entweichen des Auflösungsmittels entstanden sein. Einige werden sich aber auch später gebildet haben, indem mit Kohlensäure gesättigte Wässer den dichten Galmei durchdrangen, u. hierbei etwas Kieselzinkerz lösten, welches sie dann wiederum in Krystallen ablagerten. Eine kürzlich dorther mitgebrachte Stufe beweist dieses aufs deutlichste. Auf dieser befinden sich nämlich viele

*) Kieselzinkerz löst sich in kohlens. W., woraus es sich jedoch beim Aufkochen der Flüssigkeit u. Entweichen der CO^2 vollständig niederschlägt. Durch längere Einwirkung grösserer Mengen von CO^2 wird das Kieselzinkerz theilweise zersetzt, indem sich saures kohlens. Zinkoxyd bildet u. die dabei freiwerdende Kiesels. gelöst wird. Neutrales kohlens. Zinkoxyd löst sich in 1220—1250 Theilen mit CO^2 gesättigten Wassers, also zu 8 Z.T.. Aus der Auflösung fällt drittelkohlensaures Zinkoxyd nieder. V. Monheim.

grosse Kieselzinkerz-Krystalle, die mit einem gelben Ueberzuge von Eisenoxydhydrat bedeckt sind. Auf diesen grösseren gelb erscheinenden Krystallen befinden sich manche kleinere, welche ganz wasserhelle durchsichtige Kieselzinkerz-Krystalle sind, die sich also viel später wie die grösseren mit Eisenoxydhydrat überzogenen Krystalle abgelagert haben."

„Dass die Zinkspath-Krystalle sich nach den Kieselzinkerz-Krystallen abgelagert haben, wird durch fast alle Stufen des Altenberges bewiesen; denn mit Ausnahme der wenigen Stufen, wo Zinkspathkrystalle sich auf dichtem Willemit befinden, u. der einzelnen Stöcke von dichtem Zinkspathe, auf welchen Kieselzinkerzkrystalle sitzen, finden sich die Zinkspathkrystalle entweder auf dichtem Galmei, oder wohl am häufigsten auf krystallisirtem Kieselzinkerz. Wahrscheinlich sind diese Zinkspathkrystalle grösstentheils spätere Bildungen, entstanden durch Einwirkung der kohlensäurehaltigen Wässer auf den dichten Galmei, wobei der leichter lösliche Zinkspath gelöst u. in vorhandenen Drusen wiederum in Krystallen abgesetzt wurde. Je nachdem nun das kohlensäurehaltige W. gar keine oder nur etwas organische Substanz von der Oberfläche mitführte, konnte kein oder nur wenig Eisenoxydhydrat u. Manganoxydhyrat reducirt werden, u. die sich bildenden Zinkspathkrystalle fielen daher ziemlich rein aus, oder enthielten etwas kohlens. Eisenoxydul u. Manganoxydul."

„Die Eisenzinkspath- u. Zinkeisenspath-Krystalle sind wohl alle nach der Galmei-Ablagerung in Folge der Einwirkung eines Kohlensäure u. organische Substanz enthaltenden W. auf den dichten Galmei entstanden; denn wie möchte es sonst wohl erklärlich sein, dass in einem Galmei, der nur wenige Procent Eisenoxydhydrat enthält, Krystalle in kleinen Drusen anschiessen, in denen bis 50 u. mehr Procent kohlens. Eisenoxydul vorhanden sind. Die organische Substanz wird das Eisenoxydhydrat zu Eisenoxydul reducirt, u. durch die sich dabei bildende Kohlensäure auch schon theilweise in kohlens. Eisenoxydul verwandelt haben, von welchem sich wegen seiner grösseren Löslichkeit in kohlensäurehaltigem W., wenn die Gelegenheit dazu gegeben war, auch verhältnissmässig viel mehr auflösen konnte als von kohlens. Zinkoxyde. Konnte nun aus einer solchen Auflösung etwas Kohlensäure entweichen, oder kam jene beim Durchdringen des Galmeis mit Kalkspath in Berührung, so dass zur Auflösung des in kohlensäurehaltigem W. noch löslicheren kohlens. Kalks Gelegenheit vorhanden war, so schieden sich die Eisenzinkspath- u. Zinkeisenspath-Krystalle aus."

„Dass die Bildung dieser Krystalle wirklich der vorherigen Einwirkung von reducirender organischer Substanz zuzuschreiben ist, dafür sprechen auch die Manganzinkspath-Krystalle vom Herrenberge bei Nirm, in welchem jetzt noch organische Substanz enthalten ist."

„Die Eisenzinkspath-Krystalle befinden sich entweder auf dichtem Galmei oder am häufigsten auf Kieselzinkerz; es finden sich aber auch manche Zinkspath-Krystalle mit Eisenzinkspath überzogen."

„Meine Zinkeisenspath-Krystalle, in welchen ausser der grösseren Menge des kohlens. Eisenoxyduls auch noch ein grösserer Antheil des noch auflöslicheren kohlens. Kalks enthalten ist, haben sich auf Zinkspath-Krystalle abgelagert."

„Betrachte ich endlich die in kohlensäurehaltigem W. noch auflöslicheren Eisenkalkspath-Krystalle, deren Auflösung wohl auf die angegebene Weise entstanden ist, so finde ich, dass diese sich selten auf dichtem oder krystallisirtem Kieselzinkerz, dagegen gewöhnlich auf den Eisenzinkspath-Krystallen abgelagert haben."

„So kann man sagen, dass sich am Altenberge das in kohlensäurehaltigem W. am schwersten lösliche Zinkmineral zuerst abgelagert hat, dann kam das ihm in der Löslichkeit zunächst stehende u. so weiter, bis sich zuletzt das in kohlensäurehaltigem W. am leichtesten lösliche Zinkmineral, der Zinkeisenspath, absetzte, worauf dann noch der etwas Zinkspath enthaltende Eisenkalkspath als noch löslicher folgte."

Die grosse Aehnlichkeit zwischen den Formen des Bohnerzes u. des durch heisse Qu. gebildeten Sprudelsteins, hat schon bei den Ablagerungen des ersteren in der Oolithformation mehrere Geologen darauf geführt, dieselben als Quellengebilde zu beachten. (Siegfried Schweiz 1851, Thirria Ann. des min. 4. Sér., XIX,

Merian Rheinthal bei Basel 1856.) *Hausmann beschreibt das Bohnerz von Homberg am Mosenberge. Die Körner sind bald vollkommen kuglig, bald mehr oder weniger von der Kugelform abweichend, ändern von Linsen- bis zu Bohnen-Grösse ab, kommen aber doch am Häufigsten in dem Kaliber von kleinern u. grössern Erbsen vor. Sie sind concentrisch krummschalig abgesondert u. haben bald eine glatte u. glänzende, bald eine unebene u. matte Oberfläche. Die Körner sind entweder von einem reinen fetten Thon umgeben, oder sie liegen in einem mit Eisenoxydhydrat gemengten Thon eingebettet; zuweilen sind sie von dichtem Brauneisenerz umgeben. Hin u. wieder finden sich Reste von unzersetztem thonigem Sphärosiderit, zuweilen als Kerne der Körner, welche den Beweis liefern, dass die ganze Masse aus thonigem Sphärosiderit entstanden ist. Hausmann glaubt, dass dieses Bohnerz aus heissen, kohlens. Eisenoxydul enthaltenden Qu. hervorgegangen ist, welche bei der Eruption des Basaltes auf der Grenze zwischen ihm u. dem anstossenden Muschelkalke sich einen Ausgang verschafft u. ihren Gehalt an kohlens. Eisenoxydul in der den Muschelkalk bedeckenden Thonmasse abgesetzt haben, woraus dann später das Eisenoxydhydrat entstanden ist. (Quellengebilde in Begleitung des Basaltes, 1858.)

Mit dem Eisenoxydhydrat in den Werra- u. Fulda-Gegenden ist oft ein bedeutender Mangangehalt verbunden; es kommen aber auch in den Eisensteinen verschiedene Manganfossilien vor. Rhodochrosit ist in geringster Menge vorhanden; in ihm gibt sich aber der ursprüngliche Zustand zu erkennen, in welchem das Mangan sich aus der wässrigen Lösung ausschied, u. die sphärischen u. stalaktitischen Formen bezeugen seinen wässrigen Ursprung. Aus dem kohlens. Manganoxydul gingen Mangan-Oxydhydrat u. -Hyperoxydhydrat, Graubraunstein u. Manganschaum hervor. Wurde kohlens. Manganoxydul in Gemeinschaft mit kohlens. Eisenoxydul ausgeschieden, so entstand daraus später eine Verbindung von Mangan- u. Eisen-Oxydhydrat, das Wad. Die Aehnlichkeit des Wad's mit der des Bohnerzes lässt nach Hausmann's Ansicht auch hier auf eine der Bildung des Sprudelsteins analoge Entstehung schliessen.

Wir können mit diesen Betrachtungen über die Entstehung vieler Erzablagerungen auf nassem Wege schliessen, da wir schon in den vorausgeschickten Paragraphen (über Kiesels., Eisen, Mangan, Kupfer etc.) manche urweltliche Quellenbildungen besprochen haben.

§. 211. Rückblick auf die unorganischen Quell-Absätze.

Aus verschiedenen Ursachen werden vom W. gelöste Substanzen unlöslich. Die einfachste Veranlassung zum Unlöslichwerden ist das Verschwinden der lösenden Flüssigkeit, indem das W. verdunstet. Das W. verdunstet um so leichter, je höher die Quellwärme ist u. je mehr Fläche es der Luft darbietet. Deshalb trifft man die Verdunstung als Ursache der Salzabscheidung besonders in warmen Gegenden, zur warmen Jahreszeit, bei seichten W.-Ansammlungen u. auch dort, wo Quellwässer sich flächenartig verbreiten. Am häufigsten scheidet sich Kochsalz aus seichten Salzsee'n u. Salzteichen aus; selten findet eine massenhafte Ausscheidung von Kochsalz bei Quellen vor (S. 185). *) Viele W., besonders Teiche, hinterlassen schwefels. Natron u. schwefels. Bittererde bei der spontanen Verdunstung; wohl noch häufiger ist die Ausscheidung des kohlens. Natrons aus der Lösung (340). Die genannten Salze effloresciren zuweilen auch aus Quellwässern, bei der Verdunstung, namentlich als Mauersalz. **) Leichter wegen seines geringern

*) Man legt aus Holz verfertigte Sachen, z. B. Kreuze, Schalen u. dgl. in die gesättigte Soole des Elton-See's auf 2—3 Wochen; sie werden vollkommen mit Salz überzogen. Dieser Ueberzug wird aber von feuchtem Wetter zerstört.

**) Noch eine andere Beobachtung über das kohlens. Natron als die auf S. 341 erwähnte. „Fontes Aponi, illi rapidi, ubi prorumpunt, tophaceae formationi

Löslichkeitsgrades kaum schwefels. Kalk ausscheiden (365), doch ist eben deshalb die Ausscheidung auch weniger massenhaft. Leicht lösliche Salze treten vorzugsweise nur dann aus der Lösung, wenn die Verdunstung eine starke Concentration bewirkt; doch werden sie auch wohl mit minder löslichen Salzen beim Ausscheiden mitgenommen. Immerhin sind aber leicht lösliche Salze, wie Jodüre u. Bromüre, in den Niederschlägen nur schwach vertreten. Zerfliessliche Salze können kaum an der Zusammensetzung von Niederschlägen Theil nehmen. *) Zuweilen setzt sich auch kohlens. Eisenoxydul u. Manganoxydul ab bei der Verdunstung des W. in einem vor Sauerstoff geschützten Raume. Die Kiesels. tritt namentlich bei heissen Quellen vorzugsweise durch Verdunstung aus der Lösung (326); dies gilt auch wohl von mehreren schwerlöslichen kiesels. Salzen.

Eine zweite Ursache des Absetzens gelöst gewesener Substanzen ist der Verlust ihres gasigen Lösungsmittels, der Kohlensäure. Viele Carbonate (von Kalk, Magnesia, Eisen, Baryt, Strontian) sind eben vorzugsweise als Bicarbonate löslich u. müssen also niederfallen, wenn die CO^2 aus dem der Luft ausgesetzten W. entweicht. Der Löslichkeitsgrad u. die Tendenz aus der Lösung auszuscheiden ist bei diesen Carbonaten verschieden. Cf. S. 369. Baryt u. Strontian sind wohl selten in der Menge vorhanden, dass sie gezwungen wären, wegen Mangel an CO^2 auszutreten, wenn nicht die andern Erdsalze ihnen die CO^2 gewissermaassen vorwegnehmen. Sie mischen sich gewöhnlich den Absätzen von kohlens. Kalk bei, wie auch andere Substanzen, z. B. Fluorcalcium, gewisse Phosphate u. Silicate, denen auch die CO^2 als Auflösungsmittel dient. In Bezug auf die Absätze von Thonerde ist der

---

ansam non praebent; nihilominus efflorescit ad ripas sal quidam albus, formae sat regularis, hemisphaeras superimpositas sistentis; tum apparet, tum rursus disparet, aqua solutus et antiquis redditus undis. Recens valde alkalinus, aëris accessu redigitur in neutrum; basium acidorumque insunt: natrum, calcaria, magnesia, acidum carbonicum et muriaticum, eo modo combinata, ut natrum carbonicum primum obtineat locum." *Andrejewskiy De therm. Apon. 1831.

Eine zu Marienbad gefundene Salzausblühung enthielt nach Kersten Chlornatrium 24.21, schwefels. Natron (mit Spuren Kalk) 60.24, kohlens. Natron 15. Werden diese Zahlen in chemische Werthe umgesetzt, so erhält man:

$NaCl$ 4,142 (× 2 = 8,284)
$NaO\ SO^3$ 8,484
$NaO\ CO^2$ 2,83 (× 3 = 8,49)

d. h. es ist hier ein Salz entstanden, das auf 6 Atome $NaO\ SO^3$, 3 At. $NaCl$ u. 2 At. $NaO\ CO^2$ hat.

Ueber eine andere Glaubersalz-haltige Efflorescenz s. S. 276.

*) Im Bäderthal von Estero in der Cordillere Donna Anna (Chili) kommen in der Mitte des Granits unweit geschichteter u. mit Salz-Efflorescenzen bedeckter Felsen in 3258 Meter Meereshöhe Salzthermen hervor, deren niedrigste Temperatur 26° ist. Nach Domeyko (Annal. des mines, 4. sér., IX, 525) setzen sie eine bedeutende Menge von Salzen ab. Diese sind zerfliesslich u. bewirken eine solche Trockenheit im Thale, dass der in einer Badehütte aufgestellte Psychrometer am 11. Jan. 1844 Mittags bei 16°4 Luftwärme 10° Unterschied zwischen beiden Thermometern zeigte. In diesem W. hat man nicht die geringste Spur von Jod oder Brom gefunden. Ihre Hauptwirkung ist abführend, obwohl bei einigen der Salzgehalt fast unwägbar ist. In den abführenden Wässern wird also wohl Chlormagnesium in grösserer Menge sein.

Verlust von CO^2 wohl bedeutungsvoll. (Cf. S. 403.) Vielleicht gehört dahin auch theilweise der Absatz von Schwefeleisen. *)

Eine dritte, aber seltenere Ursache des Entstehens von Quellabsätzen ist der Verlust von Sauerstoff, die Desoxydation, wodurch namentlich unlösliche Sulfüre, besonders Schwefeleisen, gebildet werden (§. 161). Diese Desoxydation geschieht namentlich durch die Berührung mit organischen Substanzen.

Viel häufiger ist aber der Zutritt von Sauerstoff Anlass des Unlöslichwerdens. Vor allen andern Substanzen ist hier das Eisenoxydul zu nennen, das durch weitere Oxydation unlöslich wird (S. 420), weniger das Manganoxydul. Arsensäure scheint besonders durch die Umwandlung des Eisenoxyduls zu Oxyd unlösliches arsensaures Eisenoxyd zu bilden. **)

Die Oxydation bewirkt bei den Schwefelwässern manchfache Veränderungen, die wir weitläufig (§. 157) erörtert haben. Dahin ist auch die Abscheidung von Schwefel an u. unter dem Wasserspiegel zu rechnen. ***) An die Umwandlung des Schwefelwasserstoffs im Luftraume zu Schwefels. soll nur erinnert werden, damit man die Bildung des schwefels. Kalks aus diesen Schwefelsäure-Dünsten nicht den Quellabsätzen zuzähle. †)

Wir wollen nicht auf die Ausscheidungen verschiedener Quellbestandtheile zurückkommen, die durch Flächenanziehung u. chemische

---

*) Liess *Delacroix (Annal. d'hydrol. VIII, 815) in Schwefeleisen-Präcipitat einen Strom CO^2 gehen, so löste es sich merklich auf. Die der Luft ½ Stunde ausgesetzte Lösung gab mit Chlorbaryum ein Präcipitat.

Zu den Qu., welche Schwefeleisen absetzen, gehört auch die Therme von Hammam-mes-Khoutin. Tripier fand an den ruhiger fliessenden Sprüngen Hölzer, Rinden, Mollusken-Schalen, Datteln u. Oliven-Kerne mit diesem Sulfür wie mit einer zarten Vergoldung überzogen. Hier ist aber jedenfalls ein Desoxydationsprozess mit im Spiele.

**) Tripier bemerkt von der Therme Plan de Phazi, dass am Quellabflusse sich zunächst Eisen, Mangan u. Arsenik absetze u. erst 10 Meter von der Qu. ab Kalk- u. Magnesia-Carbonat. Im ersten Quellabsatze ist Arsen leicht nachzuweisen; 15—20 Meter von der Qu. sind nur noch Spuren im Absatze nachzuweisen. Cf. S. 302.

***) Ich füge hier noch eine Beobachtung von Andrejewsky (1831) in Beziehung auf die Therme von Abano den obigen (§. 160) zu. „Aponi morantes domus destillatoriae solum ex parte effregimus. Stratum erat, terra oneratum et ita super multas scaturigines jacebat, ut subtus, utrinque hiante apertura, aër atmosphäricus libere permeare posset. Singulis stratis oblatis, superficiem eorum internam . . . . sulphuris conspeximus crustis pollere copiosissimis, lineas 2—4 crassis, tam crystallinis tum pulveratis. Idem metalloïdeum postremo, quum studiose disquireremus, in tophis plurimis praesertim apud calidissimum fontem graduum 69½ R. invenimus; parvis glomerulis lapidum cavernis inhaerebat, nec crassitie lineas duas superabat. Sulphur hoc, licet primo obtuitu impurum videretur, lavatum siccatumque omne in sueto apparatu sublimabatur, odorem exhalans cognitum. Experimenta ad ferrum, manganum, arsenicum et selenum distinguenda, laudata metalla abesse probaverunt."

†) Zur Ergänzung der oben gegebenen Beispiele von Bildung von Gyps aus den Dämpfen der Schwefelwässer will ich noch anführen, dass Tripier in unterirdischen Kanälen der Thermen von Hammam-mes-Khoutin, worin das W. aber nicht mehr floss, besonders an ihrem obern Theile, eine Rinde krystallisirten Gypses fand, die zuweilen mehrere Centimeter Dicke hatte. Nöggerath berichtete (N. Jahrb.

Wechselwirkung geschehen u. welche namentlich für die Bildung gewisser Silicate bedeutungsvoll sind. Cf. §§. 110, 111, 112.

Die Wirkung der Oxydation, des Verlustes der CO^2 u. der Verdunstung lässt sich nicht selten an dem Abflusse derselben Qu. beobachten. So setzt sich nach Tripier an der 29° warmen Qu. von Phazi zuerst Eisenoxyd, Manganoxyd u. Arsensäure, dann in einiger Entfernung kohlens. Kalk, Magnesia u. phosphors. Kalk ab, aus welchen Substanzen sich eine 2 Meter hohe mauerartige Masse gebildet hat; dann setzt das noch warme W. Stalaktiten aus fast reinem schwefels. Kalk ab; weiter, wo das W. sich in einer sandigen Ebene theilweise verliert, kann man bei trockener u. warmer Jahreszeit mit vollen Händen Salz-Efflorescenzen sammeln, die aus Kochsalz, Natron-, Magnesia-, Kalksulfat u. etwas kohlens. Ammoniak bestehen.

Bei gewissen Quellabsätzen, namentlich von Kalk, Eisen, Kiesels. u. Schwefel, spielen auch die organischen Formen eine Rolle, die wir im weitern Verlaufe kennen lernen werden.

§. 212. Härte-Bestimmung der Nutzwässer.

Es können verschiedene Substanzen im W. sein, die eine Seifenlösung niederschlagen u. ihm „Härte" geben, vorzugsweise sind es die Carbonate u. Sulfate von Kalk u. Magnesia, Chlorcalcium u. Chlormagnesium, aber auch schwefels. Natron u. Chlornatrium u. CO^2, welche die fettsaure oder ölsaure Verbindung zersetzen. So lange derartige Substanzen im W. sind, bildet die Seife keinen Schaum.

Seit 1841 ist nun in England eine von Clark angegebene u. patentirte Methode in Gebrauch, das W. auf seine Härte zu prüfen mittels einer Seifenlösung von bestimmtem Gehalte. Diese Methode ist theils von Clark selbst 1841, 47 u. 49, theils von Moser (Wien. acad. Berichte 1850; im Auszuge in Liebig-Kopp's Jahresber. für 1850, 608—610) beschrieben u. von Campbell u. Maumené (Ders. Jahresber. 610), Graham, Miller, Hofmann (Ders. Bericht f. 1851), namentlich aber von Fehling (Pharm. Centralbl. 1852) geprüft worden. Erst 1855 (Pharm. Centralbl.) taucht dieses nun allgemein bekannte Verfahren in Frankreich auf als eine neue Entdeckung von Boutron u. Boudet, die, ohne von den andern Chemikern Notiz zu nehmen, eine vollständige „Hydrométrie" daraus machten. Diese Bestimmungsweise der Kalk- u. Magnesia-Salze belohnte die Akademie mit einem Preise von 2000 Frcs.! *Boutron et Boudet Hydrotimétrie. Nouvelle meth. pour déterm. les proportions des matières en dissolut. etc. 3. édit. 1862. *)

Die Probe besteht darin, dass man zu einer bestimmten Menge von W. so viel Seifenlösung, welche einer bestimmten Menge eines Kalksalzes (oder Barytsalzes) entspricht, zusetzt, bis die ferner zugesetzte Seife keinen Niederschlag mehr, sondern Schaum bildet. Die Reaktion ist sehr empfindlich.

In England heisst ein „Härtegrad" diejenige Menge von Salzen, welche auf die Seifenlösung eben so stark einwirkt, wie 1 Gran kohlens. Kalk, der auf

---

f. Mineralog. 1846, 457) auch von einem Absatze grosser Gruppen eines schmutzig grauen Gypsspathes in mehr als zollgrossen Krystallen aus den damals für nicht geschwefelt angesehenen Thermen von Burtscheid.

Ein wirklicher Absatz von Gyps findet sich aber bei den Qu. welche schwefels. Kalk enthalten; z. B. bildet sich in Höhlungen des Travertins der Thermen von Hammam-mes-Khoutin nach Tripier durch Infiltration u. Verdunstung ein schneeweisser faseriger Absatz von der Dicke einiger Centimeter, welcher ausser Gyps auch Strontian-Sulfat u. viel Kiesels. enthält.

*) Die vermeintlichen Entdecker haben geglaubt, mit der „Hydrométrie" nebenbei auch die Schwefelsäure u. die freie Kohlens. bestimmen zu können; aber das geht nicht.

70000 Gr. W. kommt. Man bezieht also die Wirkung aller die Seife zersetzenden Körper auf die des kohlens. Kalks. Es ist besser, mit Bolley einen Härtegrad proportional zu setzen einem Gehalte des W. von 1 Kalkerde in 100000 W..

Nach Boutron entspricht ein Härtegrad 0,103 Z.T. kohlens. Kalk = 0,14 schwefels. Kalk, 0,114 Chlorcalcium, 0,057 Kalk, 0,088 kohlens. Magn., 0,125 schwefels. Magn., 0,09 Chlormagnesium, 0,042 Magnesia, 0,12 Chlornatrium in 10000, oder 0,1 (richtiger 0,091) Z.T. Gewicht CO^2.

Fehling hat aus einer Reihe von Versuchen über die Clark'sche Methode den Schluss gezogen, dass man brauchbare Resultate erhält, wenn man in Betreff der Darstellung u. Concentration der Seifenlösung u. der Kalklösung gewisse Cautelen beobachtet.

Bolley theilt eine Tabelle mit, welche entworfen wurde durch Herstellung verdünnter Kalksalzlösungen in bestimmten Verhältnissen aus einer Normallösung von $^{12}/_{100000}$ Kalk u. Zusatz einer Seifenlösung, wovon 45 C.C. 12 Milligramm Kalkerde in 100 Gr. W. entsprachen. Man sieht daraus, dass die Antheile der gebrauchten Seifenlösung nicht parallel gehen den Härtegraden. Wenn 45 C.C. Seifenlösung 1,2 Zehntausendteln Kalk entsprachen, so zeigten an:

C.C.	Z.T. Kalk	C.C.	Z.T. Kalk	C.C.	Z.T. Kalk	C.C.	Z.T. Kalk
43,3	1,15	24,4	,6	13,2	,3	7,4	,15
41,8 (?)	1,1	22,6	,55				
40,1	1,05						
38,4	1,	20,8	,5	11,3	,25		
36,7	,95						
35,	,9	18,9	,45				
33,3	,85						
31,6	,8	17,	,4	9,4	,2	5,4	,1
29,8	,75						
28,	,7	15,1	,35			3,4	,05
26,2	,65						

Es sind also bei den höhern Härtegraden 1,7 C.C., bei den mittleren 1,8 —1,9, bei den niedern 2 C.C. nöthig gewesen, um einen Unterschied von 0,05 Kalk anzugeben.

Nach Campbell zeigt sich ein Gemisch von schwefels. Magnesia u. Kalk weniger hart bei der Seifenprobe, als es sein müsste, nach der Wirkung jedes einzelnen dieser beiden Stoffe. Maumené erinnert daran, dass die Kalkseife nicht ganz unlöslich ist. Vgl. Dingler Polytechn. J. Bd. 125, 38.

So brauchbar die Methode in den Händen eines Chemikers ist, um schnell einen Ueberblick über den Härtegrad eines W. oder vieler W. zu gewinnen, so ist sie doch jedenfalls viel mangelhafter als die Bestimmung des Kalkes durch Titriren mit Oxalsäure u. Chamäleon.

Ich will daher auch nur einige Resultate angeben, die Boutron damit erhielt. Schneewasser zeigte 2°5 (also wohl 0,23 Z.T. CO^2), Regenwasser 3°5, W. der Flüsse Allier, Dordogne, Garonne, Loire 3°5—5°5 (also bis 0,57 kohlens. Kalk), der Grenelle-Brunnen 9° (0,93 kohlens. Kalk), Soude, Somme, Rhone, Saône, Yonne, Seine, Marne, Oise, Escaut 13°5—24°5, W. von Belleville 128°. Andere Resultate s. im §. Trinkwasser. Vgl. auch den folgenden §.

§. 213. Beziehung der chemischen Bestandtheile zum Gebrauche der Wässer zu häuslichen und technischen Zwecken.

Zu den gewöhnlichen Lebensbedürfnissen eignen sich die gemeinen u. mineralischen Wässer nicht alle in gleicher Weise. Abgesehen vom diätetischen Gebrauche des W. zum Trinken u. von der Bereitung des Kücheusalzes aus den Soolwässern, gibt es noch sehr verschiedene häusliche Verrichtungen, wobei sich das eine Wasser besser als das andere bewährt. Für viele Zwecke ist das reinste W. das beste. Zum Waschen der Kleider u.

der Hausgeräthe eignet sich besonders das Regenwasser u. Flusswasser, wenn dieses nicht ungewöhnlich viel Salze enthält. Je reiner das W. ist, desto leichter erweicht u. löst es den Schmutz, besonders den durch das Alkali der Seife erweichten. Kalksalze, besonders der kohlensaure Kalk, bilden mit den Fettsäuren der Seife unlösliche Verbindungen, machen daher einen Theil der Seife unwirksam. Kalkreiche W., wie die meisten Brunnenwässer, präcipitiren also einen ansehnlichen Theil der Seife. Nicht alle Kalksalze sollen eben leicht dieses fettsaure Kalksalz bilden. (? L.)

Andererseits ist es aber nicht blos der Kalk, welcher zersetzend auf die Seife einwirkt, sondern nach Vauquelin gerinnt die Seife auch durch Lösungen von Koch- oder Glaubersalz oder Salmiak, wobei sie völlig gefällt wird u. eine Zersetzung erleidet; freilich ist der Niederschlag wieder in vielem W. löslich (Hermann). Magnesiasalze fällen die Seife jedenfalls.

Dagegen wird Seife erspart, wenn das Wasser freies Alkali (kohlensaures Natron oder Kali) enthält, weshalb einige M.W., wie das heisse, alkalische Kochsalz-W. von Burtscheid, viel zum Entfetten der Wolle gebraucht werden.

Das wenig salzreiche W. von Chaudes-aigues wird wegen seiner Weichheit u. Wärme viel zum Waschen der Wolle gebraucht.

Wässer mit vielen hygroskopischen Salzen, z. B. Meerwasser, sind untauglich zum Waschen, weil das Gewaschene nicht trocken wird.

Mit eisenreichem W. würde die Wolle nicht weiss werden. Als Färbemittel kamen früher wohl Alaun- oder Eisenqu. in Anwendung.

Nicht minder wichtig ist der Einfluss der Kalksalze auf das Färben der Kleiderstoffe. Auch hier sind nicht alle Kalksalze von gleicher Wirkung. In vergleichenden Versuchen, die zu Lyon unter Anleitung von Dupasquier von mehreren Fabrikanten angestellt wurden, fand sich, dass zu den Bädern zur Färbung mit Brasilholz, Indischem Holz, Quercitron, sowie mit Indigo u. Cochenille das Quellwasser an den Ufern der Saône, obwohl kalkreicher u. mehr mineralisirt als die Wässer der Rhone, sich doch besser als diese eigneten. Nach Dupasquier's Versuchen ist es unter allen Salzen der zu Lyon beim Färben gebrauchten W. blos der kohlensaure Kalk, der die Farbe der Tinkturen erhöht; Gyps, Chlorcalcium u. schwefelsaure Magnesia sind ohne Wirkung oder alteriren mehr oder weniger die Farbstoffe. Die Kohlensäure hat nur auf wenige Farbstoffe einen schwachen Einfluss. Der kohlens. Kalk begünstigt auch die Auflösung des Farbstoffs im W., wodurch die Färber beim Gebrauche kalkiger Quellen statt Rhone- oder Saône-W. wohl $^1/_5$ Farbstoff ersparen. Zu viel Kalkgehalt schadet. Ein gypsreiches W. mit Farbstoff gekocht präcipitirt die Farbe.

Das W. von Aix soll sehr geeignet zur Papierfabrikation sein u. den Farben mehr Glanz geben.

Auch auf die Leinwand-Industrie ist die Beschaffenheit des Wassers nicht ohne Einfluss. Schon Plinius wusste dies. Hispania citerior habet splendorem lini praecipuum, torrentis in quo politur natura, qui alluit Tarraconem. H. N. XIX, c. 1. Das Macceriren des Hanfs geschieht nach Plinius am besten in Seewasser (ibid. c. 2).

Beim Gerben soll hartes W. ungünstig wirken.

Waschschwämme sollen, heisst es, mit hartem W. zubereitet werden um nicht zu weich zu sein.

Harte Wässer taugen nicht zum Kochen der Speisen. Vegetabilische u. animalische Stoffe, namentlich die Legumin enthaltenden Hülsenfrüchte, nehmen davon eine Härte an, indem sie chemisch u. mechanisch verkalken. Nach Boutron u. Boudet ist der Gyps hier mehr schuld als der kohlens. Kalk, wohl deshalb, weil dieser beim Erwärmen sehr bald niederfällt.

Kaffee u. Thee verlieren durch hartes W. von ihrem Arom. Nach Boutron u. Felix wird eine klare Theeinfusion durch Zusatz von Gypslösung oder Lösung von doppeltkohlens. Kalk getrübt; Kaffeeinfusion weniger.

Bei der Fabrikation von Zucker mit hartem W. wird dieser leicht mit Erden verunreinigt. Auch auf das Einmaischen hat das W. Einfluss. Ein Landmann, der das Schwefelwasser von Schmeckwitz, später aber einen geruchlosen Quell zum Einmaischen des Malzes benutzte, behauptete bei der Anwendung von jenem allezeit eine grössere Menge Fruchtbrandtwein erhalten zu haben, als mit dem gemeinen Wasser. Ficinus bemerkt dazu. »Diese Beobachtung ist bereits an andern Schwefelwässern gemacht, so wie mir Erfahrungen zugekommen sind, dass Wässer, die an salzsaurer Bittererde reich sind, die Brandtweinerzeugung auffallend vermindern.« (*Die Schwefelqu. bei Schmeckwitz, 1819.)

Bei der Bierbrauerei soll hartes W. nicht sonderlich schaden, obwohl Hopfen u. Malz sich mit einem solchen W. schlecht ausziehen. In einem Falle erhielt man mit einem etwas kohlens. Natron enthaltenden W. ganz unbrauchbare Sude in einer renommirten Bierbrauerei. (*Bolley Technol. des W., 1862.) —

Die mit dem kalkigen W. von Pisa begossenen Bäume bringen Früchte, die härter unter dem Messer sind, als sonst. (Tozzetti Voy. I, 226—230.)

Eine Qu., die mehr als das Doppelte an Stickstoff als eine andere, in den Mineralstoffen von jener kaum unterschiedene, besass, steigerte den Ertrag einer Wiese viel mehr als diese zweite, stickstoffärmere Qu. es that. (Chevandier u. Salvetat.)

Ein mächtiger Gasstrom der Fontaine empoisonnée d'Aigueperse (Puy de Dôme) hat eine Zeit lang zur Fabrikation von Natronbicarbonat gedient, wie eine starke Gasqu. zu Burgbrohl noch immer für Bleiweissfabrikation benutzt wird.

§. 214. Ueber das Vorkommen äquivalenter Verhältnisse unter den unorganischen Bestandtheilen der Mineralwässer:

Es fragt sich, ob die Bestandtheile vieler oder einiger Qu. hinsichtlich ihrer Menge, womit sie in einem gewissen Quantum W. vorhanden sind, sich in solchen Verhältnissen ihrer Aequivalent-Werthe gegen einander verhalten, dass man diese Verhältnisse annähernd oder genau durch das Verhalten einfacher, nicht weit auseinander liegender Zahlen ausdrücken könne.

Schon Döbereiner (1818) glaubte Derartiges am W. von Berka hinsichtlich des Verhaltens des *HS* zur CO^2 u. an den Jenaischen Brunnen bezüglich des

Verhältnisses von O zum N bemerkt zu haben; auch berief er sich auf die Klaproth'sche Analyse des Karlsbader Wassers. Berzelius (in seiner Schrift über Karlsbad 1823) äusserte sich nicht ungünstig über das Vorhandensein proportionaler Verhältnisse unter einzelnen Bestandtheilen, er wies aber das Dasein solcher unter allen Bestandtheilen entschieden zurück. Er sagte: „Mehrere Chemiker haben versucht, auf das Resultat der Analyse von Mineralwassern die Lehre von den bestimmten Proportionen anzuwenden, gleichsam als wäre jedes Quellwasser als eine einzige chemische Verbindung in einem bestimmten Verhältnisse zu betrachten. Dass nicht einige der gefundenen Bestandtheile zu einander in einem bestimmten chemischen Verhältniss stehen sollten, ist kaum zu bezweifeln, weil sie, vor der Auflösung in W., Bestandtheile einer bestimmten Verbindung ausgemacht haben, welche entweder vom W., oder vor dem Zutritt desselben von andern Ursachen zersetzt worden ist*); mit allen Bestandtheilen ist dieses aber schwerlich der Fall. Das lässt sich eben so wenig annehmen, als dass die entfernteren Bestandtheile irgend einer Gebirgsart, z. B. des Granits, nach bestimmten chemischen Proportionen zusammengemischt seien, weil bei den verschiedenen einzelnen Mineralien, woraus die Gebirgsart besteht, dem so sei. Das W. löst alles auf, was es von Auflöslichem auf seinem Wege findet, u. es ist nicht wahrscheinlich, dass sich nicht auf diesem Wege mechanische Mengungen finden sollten, da die Bergmasse überall daraus besteht. Man sieht ausserdem leicht, welches Gewicht man auf eine solche Idee legen dürfe, bei den vielen Stoffen, welche sich in dem W. in so ungemein kleinen Mengen befinden, dass die Anzahl der Atome der grössern Bestandtheile so gross werden würde, dass das Gewicht eines oder mehrerer Atome innerhalb der Gränzen fiele der bei Untersuchungen dieser Art nicht zu vermeidenden Fehler."

Späterhin haben nur wenige Chemiker sich über das proportionale Verhalten der Mischungs-Bestandtheile des einen oder andern M.W. geäussert, u. zwar in der Art, dass etwa bemerkt wurde, der kohlens. Kalk verhalte sich in dem M.W. zur kohlens. Magnesia fast wie im Dolomite, oder auch wohl, wie Fischer von den Landecker Qu. berichtete, dass von Chlor u. Kalium in ihnen grade so viel von jedem vorhanden sei, wie im Chlorkalium. Bekanntlich gehen bei der Combination der Bestandtheile eines W. zu Salzen selten zwei derselben so gegen einander auf, dass nicht von einem derselben ein Ueberschuss bliebe; z. B. von Chlor ist, wenn es mit Natrium combinirt wird, entweder zu viel oder zu wenig vorhanden, so dass Chlor oder Natrium übrig bleibt. Das übrige Natrium — meistens ist dieses überschüssig — soll nun mit Schwefelsäure zu schwefels. Natron combinirt werden; aber auch hier bleibt wieder Eines von Beiden im Ueberschuss u. s. w.. Also trifft der beim Landecker W. angegebene Umstand selten ein.

Wolf, der mehrere Berechnungen der in grösserer Menge in den heissern Qu. von Teplitz vorhandenen Bestandtheile anstellte, glaubte darin eine grosse Annäherung zum Verhältnisse chemischer Proportionen zu finden.

Auch hat Berzelius selbst von dem salzarmen W. zu Porla noch bemerkt, dass darin ungefähr gleiche Atomgewichte von Kalium u. Natrium mit Chlor u. mit Sauerstoff verbunden seien, dass der Sauerstoff der Kalkerde das 1½Fache vom

*) „In dem erhaltenen Resultat der Analyse des Karlsbader W. findet man wirklich eine grosse Annäherung zu dem Verhältniss nach chemischen Proportionen. Berechnet man die in grösserer Menge vorhandenen Bestandtheile, z. B. nach dem schwefels. Natron, so erhält man folgendes Resultat:

Schwefels. Natron	2,587	=	18 Atome
Kohlens. „	1,286	=	12 „
Salzs. „	1,061	=	9 „
Kohlens. Kalk	0,305	=	3 „
Kohlens. Magnesia	0,172	=	2 „.

Die Abweichung in der berechneten von der wirklich gefundenen Menge des salzs. Natrons ist indess bei der Sicherheit, womit man die Menge desselben u. des schwefels. Natrons bestimmen kann, so gross, dass sie weit über die Gränzen der nicht zu vermeidenden Beobachtungsfehler hinaus fällt." B.

Sauerstoff des Eisenoxyduls, der Sauerstoff der Kieselerde zweimal so gross wie jener der Kalkerde u. der Sauerstoff des Natrons $^1/_6$ von jenem der Kalkerde sei.

Nehmen wir zu den vorstehenden Beobachtungen noch eine unten anzuführende Bemerkung über die isländischen Thermen u. Einiges, was Struve über künstlich dargestellte M.W. sagte, so wird so ziemlich Alles wiedergegeben sein, was bisheran in Hinsicht auf stöchiometrisches Verhalten der Mischung der M.W.-Bestandtheile zur Sprache gekommen ist.

Man muss es gestehen, dass die völlige Unregelmässigkeit unter den Verhältnissen der vorhandenen Bestandtheile das Gewöhnliche zu sein scheint u. dass, wenn hier auch einzelne Verhältnisse sich in einfachen Zahlen ausdrücken lassen, dies ein Zufall sein kann, der unter den vielfachen Proportionen, welche unter einer grössern Reihe von Zahlen möglich sind, fast eine Nothwendigkeit ist.

Es ist dies auch erklärlich aus den Umständen, dass die ins W. eintretenden Gas-Gemische wohl nur selten einfache Verhältnisse ihrer Bestandtheile anzeigen, dass das W. fast nirgendwo leicht lösliche Doppelsalze fertig antrifft, dass unter den Bestandtheilen der Gesteine eine stöchiometrische Mischung häufig nicht mehr besteht oder auch nie bestand (besonders was die leichter löslichen Bestandtheile angeht), u. dass die W. durch verschiedenartige Gesteine verlaufen; ferner erklärt es sich daraus, dass die M.W., wie sie uns vor Augen kommen, Gemische verschiedener ungleich gearteter M.Wasser-Adern sind u. nicht selten mit gemeinen Wässern vermengt sind, u. dass sie gelöst Gewesenes an die Gesteine oft wieder bereits abgegeben haben.

Wenn uns die M.W. als noch unveränderte Auslaugewässer von Mineralien einer bestimmten Mischung erschienen, würden wir vielleicht öfter einfache Verhältnisse unter ihren Bestandtheilen antreffen. Struve glaubte wenigstens bei einigen Auslaugungen, die er mit kohlens. W. aus Klingstein, Basalt, Thonschiefer, Gneiss erhielt, ein Verhältniss des *O* der Kiesels. zum *O* des Kalks u. der Magnesia wie 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5 nachweisen zu können.

Jedenfalls ist aber nicht zu läugnen, dass es Mineralien von regelmässiger äquivalentärer Mischung gibt u. daher auch wahrscheinlich, dass das vom W. aus ihnen Gelöste noch Andeutungen dieser Regelmässigkeit darbietet.

Um eine chemische Anschauung der Analysen der M.W. zu gewinnen, muss man die vom Analytiker auf eine bestimmte Menge des W. (etwa 10000 Gramm), bezogenen Zahlen, welche die Gewichte der vorhandenen Bestandtheile angeben, durch ihre Aequivalentzahlen (oder $^1/_{10}$ derselben) dividiren, wodurch man die Aequivalent-Quotiente der Bestandtheile erhält. Am besten nimmt man diejenigen Zahlen, welche die nicht combinirten Bestandtheile angeben.

Es ist unzweifelhaft, dass bei vielen Mineralien gewisse analoge Bestandtheile einander vertreten u. gegeneinander sich austauschen; es ist darum auch erlaubt, bei der chemischen Anschauung der M.W.-Analysen chemisch-ähnliche Bestandtheile wie Chlor (Salzsäure) u. Schwefels., Kali u. Natron, Magnesia u. Kalk als gleichwerthig zusammenzurechnen. Vielleicht ist auch zuweilen der Schwefel als ein Supplement der vorhandenen Schwefelsäure, woraus er hervorging, zu betrachten. Cf. S. 281.

Schon in den vorhergehenden §§. wurde hin u. wieder eine Bemerkung über das Vorhandensein einfacher äquivalenter Verhältnisse unter den Bestandtheilen der Quellgase (Fumarolen etc.; cf. S. 273) oder M.W. gemacht; z. B. fand ich das Verhältniss der Säuren zu den Basen bei den isländischen Thermen wie 2 : 1 (S. 323), gewisse Verhältnisse der erst-atomigen zur zweitatomigen CO^2 bei mehreren Sauerwässern (332), das Verhältniss von Cl zu SO^3 wie 7 : 1 bei Kissingen, wie 2 : 1 beim Geyser, wie 1 : 2 bei Karlsbad (281) u. Elster (282), das von Kalk zu Magnesia wie 1 : 1 bei Ems (386), der Alkali-Metalle zu den Erdmetallen wie 1 : 1 oder 1 : 2 bei Roggendorf u. Galthof (392), wie 1 : 2 bei Püllna (394), wie 1 : 3 bei Saidschütz (393), wie 3 : 2 bei Uriage (400), gleichwerthige Verhältnisse mehrerer Bestandtheile bei den isländischen Thermen (323) u. Alap (397).

Diese Beispiele, bei denen freilich der Zufall oft im Spiele sein mag, liessen sich sehr anhäufen.

Das W. eines sauren See's auf Neu-Seeland (cf. S. 184) enthält Alkalien 7,61, Magnesia u. Kalk 22,72 Aequ.-Quotiente (fast 1 : 3).

In der Römerqu. von Baden bei Wien verhalten sich die Alkalien zu den Erden fast wie 1 : 2 (1,038 : 1,923), bei Piätigorsk fast wie 3 : 2, in der Qu. von Pyrawarth Natron zu Kalk + Magnesia wie 1,838 : 1,8, bei Wildegg SO^3 zu Chlor fast wie 1 : 4.

Im W. von Weilbach ist unter andern:

SH	,0444	Aequ.-Quotiente,
SO^3	,0446	„ „
$Na+K$	1,086	(dividirt durch 2 = ,543)
Mg	,561	Mittel ,543
Ca	,526	
$Cl+SO^3$	,543	
Gebundene CO^2	1,63	(dividirt durch 3 = ,542).

In St. Yorre sind:

$Cl+SO^3$	1,344	Mittel 1,36 (×6 = 8,16)
$Mg+Ca$	1,377	
$K+Na$	8,165	Aequ.-Quotiente.

Der Sprudel zu Berg hat Kali + Natron 3,698, Kalk 3,699 (Magn. 0,768).

Der vom Mohr analysirte Mariensprudel zu Neuenahr hat u. a. fast genau:

Natron im Ganzen	1,68	
Magnesia	,84	
Kalk	,42	Aequ.-Quotiente.

Der Heilbrunn zu Burgbrohl enthält nach einer schon ältern Analyse:

Chlor + Schwefels.	3,272	
Gebundene Kohlensäure	6,7 *)	(Hälfte 3,35)
Magn. + Kalk	3,353	
Natron	6,573	(Hälfte 3,286) Aequ.-Quotiente.

Der Marienbader Kreuzbrunn enthält nach Ragsky:

Cl	2,913	9,949,	fast 9,9	Na, K, Li	12,179	(11 × 1,1)
SO^3	7,036		(9 × 1,1)	Mg	1,034	
SiO^3	,179			Ca	1,039	
CO^2 gebundene	4,369		fast 4,4	Sr	,001	
Freie CO^2	4,472		„ „	FeO	,06	
			(4 × 1,1)	Mn	,005.	

Eine ganz neue Analyse, welche Lefort von 7 Quellen von Plombières angestellt hat, bietet auch ein merkwürdiges Beispiel. Die Quelle Vauquelin ist

*) Wenn SiO^3 combinirt wird.

diejenige, welche von allen untersuchten am meisten Salzgehalt zeigt. Stellt man durch Division mit den entsprechenden Aequivalentzahlen (oder vielmehr einem Zehntel derselben) die Aequivalentquotiente dar, so erhält man:

Salzsäure 0,0176
Schwefelsäure 0,1911.

Addirt man diese beiden analogen Säuren, so erhält man ,2087 oder . . fast ,21
Kohlensäure *) ,2076 oder . . . . „ ,21
SiO^3 ,219 oder . . . . „ ,21
Kali ,0185 (fast gleichwerthig mit Salzsäure)
Natron ,405
Kalk ,0369 (doppelt so viel als Kali).
Addirt man Kali u. Natron, so erhält man ,4235 oder . . . . „ ,42

Es ist also in diesem W. so viel Salz- u. Schwefelsäure zusammengenommen als Kohlensäure u. Kieselsäure jede für sich, u. verbindet man die fixen Säuren mit den Alkalien, so bleibt so ziemlich alle Kohlensäure frei.

*) Aequivalent 22.

Die neueste Analyse der Magdalenenqu. von Montdore ergibt folgende Aequivalent-Quotiente (ausser Arsen 0,001)

Cl	,627	,737	Fixe Säuren 1,104.	*Na*	1,457	1,493 (halbirt ,747
SO^3	,11			*K*	,036	
SiO^3	,367 (× 2 = ,734)			*Mg*	,28	,737
CO^2 *)	2,775			*Ca*	,457	
				Al^2O^3	,022	
				FeO	,022	Basen 2,274.

*) Aequivalent 44.

Basen doppelt so viel als fixe Säuren.

St. Allyre, inkrustirende Qu., ergab nach der neuesten Analyse:

Cl	1,806	1,925 (× 1½ = 2,884)	*Na*	2,722	2,881
SO^2	,117		*K*	,155	
PO^5	,002		*Sr*	,004	
SiO^3	,242		*Al*	,008	
CO^2	7,75	(Aequiv. 44 angenommen),	*FeO*	,036	
		dividirt durch 4 = 1,94.	*Mg*	1,047	2,957.
			Ca	1,91	

Zuweilen scheint die ganze Mischung gewissermaassen eine stöchiometrische zu sein.

Ronneby's alte Qu., eine Alaunqu., analysirt von Hamberg 1858, gehört zu diesen seltenen Fällen. Berechnet man aus den gegebenen Zahlen die Aequivalentquotiente, so erhält man:

	Aequ.-Quot.			
Brom	,0001	,1875 × 5		= ,9375
Jod	,00036			
Chlor	,187			
Schwefelsäure			1,935	
SiO^3	,33	× 6 =	1,98	
Kali	,0163		,2345 × 4 = ,938	
Natron	,2182			
Ammoniumoxyd	,1085	× 2 = ,217	,3497	
Magnesia	,2412			
Kalk	,3533		,3533	
			,9375 Leichtmetalle	
Eisenoxydul	,4318	,4692	,9375 Schwermetalle u. Thonerde	
Manganoxydul	,0374			
Nickeloxydul	,002	,4683		
Kobaltoxydul	,0011			
Thonerde	,4652			
Quellsäure etc.			1,875, dividirt durch 4 = ,4687	

Ammon zu Natron		= 1 : 2
Kali + Natron : Ammoniumoxyd + Magn.		= 2 : 3
„ „ : Kalk		= 2 : 3
„ „ : Eisen + Mangan		= 1 : 2
„ „ : Thonerde + Nickel + Kobalt		= 1 : 2

Ammon + Magn. äquivalent mit Kalk

Eisen + Mangan äquivalent mit Thonerde + Nickel + Kobalt.

Diese 5 Metalle (Schwermetalle) genau äquivalent mit Kali + Natron + Ammon + Magnesia + Kalk (Leichtmetalle).

Die Säuren zeigen auch einige auffällige Verhältnisse.

Kieselsäure zu Schwefelsäure = 1 : 6

Chlor (Brom, Jod) zu Schwefelsäure fast 1 : 10 (ungenau)

Chlor (Brom, Jod) zu den Metallen = 1 : 10 ganz genau.

Ein anderes nicht minder auffallendes Beispiel gibt die neue Analyse, welche Hamberg vom Viktoriabrunnen zu Burtscheid gemacht hat. (Vgl. Die Burtscheider Thermen bei Aachen. Von Dr. Hamberg u. Dr. Lersch. Aachen, 1862.) Die Berechnung der Aequivalentquotiente ergibt nämlich hier für die nachbenannten Stoffe:

Schwefel	,00464
Strontian	,00467
Eisen + Thonerde	,0047
Thonerde, dreimal genommen	,00459
Mangan, fünfmal genommen	,0045
Ammoniumoxyd, ein Drittel davon	,0044
Lithion, zur Hälfte genommen	,0047.

Eisen verhält sich zu Thonerde wie 2 : 1, zu Mangan + Kupfer wie 3 : 1.

Es lässt sich aber noch eine zweite Reihe aufstellen (die mehr Sicherheit bietet, weil die Werthe grösser sind), worin einfache Beziehungen der Aequivalentquotiente nicht leicht zu übersehen sind.

(Kali, anderthalbmal genommen	,2866)
Kalk	,2891
Magnesia + Strontian, viermal	,2931
Schwefelsäure, zur Hälfte genommen	,2939
Gesammte Kohlensäure, dividirt durch 6	,2933
Kieselsäure, zweimal genommen	,295
(Chlor, dividirt durch 16	,2982).

Alle diese Quotiente scheinen als Typus etwa die Zahl 0,29 zu haben.

So sehr ich auch geneigt bin, viele einfache Verhältnisse, wie sie bei den Bestandtheilen der M.W. vorkommen, als zufällige anzusehen, da derartige Verhältnisse unter einer Reihe von Zahlen immer unterlaufen, so möchte es doch zu weit gehen, Alles dem Zufalle zuzuschreiben.

Man muss aber auch wieder keine absolute Genauigkeit erwarten. Wenn bei der Bildung der M.W. anfangs wirklich irgend ein einfaches äquivalentäres Verhältniss vorhanden ist, so unterliegen die M.W. doch zu vielen Einflüssen, um allen Mischungsveränderungen zu entgehen.

Nichts scheint der Idee bestimmter Verhältnisse unter den Bestandtheilen der Mineralwässer hinderlicher zu sein, als die Thatsache, dass die Mischung mancher Wässer mit der Zeit abwechselt. Aber diese Thatsache erhält eine andere Bedeutung, wenn man sich die Frage vorlegt, ob eine Aenderung im Salzgehalte immer auch eine wirkliche Aenderung der Aequivalentquotiente der Summen ist, ob nicht vielmehr zuweilen ein Salz das andere vertritt.

Struve (Ueber Nachbildung der Mineralwässer, 1824) fand in einer bestimmten Menge Emser W. das eine Mal 18,55, das andere Mal 18,88 als Salzgehalt. Grösser als diese Differenz war aber die des jedesmaligen Gehaltes an den einzelnen löslichen Salzen; das eine Mal traf er die unter A, das zweite Mal die unter B verzeichneten Werthe.

	A	B
Chlornatrium	5,06	7,67
Schwefels. Natron	,23	,42
Kohlens. Natron	13,28	10,75.

Berechnet man aber aus diesen Zahlen, die gar keine Verbindlichkeit gegen einander zu haben scheinen, die Aequivalentquotiente (A u. B), so sehen wir, dass in beiden Fällen die Summen dieser gleich ausfallen, dass also das Mineralwasser in chemischer Hinsicht dennoch keine andere Aenderung erlitt, als dass ein Stoff den andern vertrat. Fast dasselbe lässt sich von der ganzen Analyse sagen, welche Fresenius gemacht hat (III).

	I	II	III
Chlornatrium	,8657	1,312	1,212
Schwefels. Natron	,0324	,0592	,053
Kohlens. Natron	2,502	2,028	1,978
Summa	3,4	3,399	3,248.

Vielleicht verhält es sich so auch mit drei Analysen, die G. Bischof zu drei verschiedenen Zeiten (1824, 1825, 1837) vom Roisdorfer Sauerwasser machte. Ich gebe hier nur die Aequivalentquotiente dieser Analysen.

	I	II	III
Chlornatrium	3,061	3,252	3,143
Schwefels. Natron	,631	,6735	,591
„ Kali			,059
Phosphors. Natron		,006	,004
Kohlens. Natron	1,784	1,484	1,566
Summa	5,476	5,413	5,363.

Die beiden am meisten abweichenden Summen differiren also nur um ein paar Procente. Für das Mehr des einen Stoffes ergibt sich ein Minder des andern. Man kann also in einer gewissen Hinsicht sagen, dass das W. für den die Aequivalente zählenden Chemiker nicht geändert war.

§. 215. Vom Wechsel des Mineral-Gehaltes der Wässer.

„Ich muss eine sehr wichtige Bemerkung machen, welche freilich, ich fürchte es, für die Besitzer einer Mineralquelle nicht sehr angenehm sein kann: Der Gehalt einer Mineralquelle ist sich, wenn man es sehr strenge nehmen will, keinen Tag völlig gleich."

*Westrumb's Abhandl. I, 1786.

Die meisten M.Qu. scheinen Jahr aus Jahr ein in derselben Mischung der Erde zu entquellen u. selbst in längern Zeiträumen entweder gar keine Veränderungen hinsichtlich der gelösten Stoffe oder nur höchst unbedeutende zu erleiden. Diese Thatsache, so viel Auffälliges sie immerhin noch bietet, erklärt sich doch in etwa daraus, dass in den grössern Hohlräumen, welche das W. längere Zeit vor seinem Aufsteigen anfüllt, immer eine gleiche Wärme, vielleicht Jahrhunderte, herrscht u. im Allgemeinen auch die Gesteinarten in unerschöpflichen Massen lagern, dass das W. im Durchschnitt dieselben Gasarten als Lösungsmittel mit in die Tiefe führt oder später in demselben Maasse aufnimmt, u. dass es in den Hohlräumen immer ungefähr ebenlange verweilt, weil ein etwas stärkerer Zufluss bald wieder durch einen stärkern Abfluss ausgeglichen wird. Je mehr diese Umstände sich gleich bleiben, je gleichförmiger wird die Mischung der M.Qu. sein; je mehr andererseits die Wärme u. die Menge des zu- u. abfliessenden W. oder die übrigen Verhältnisse

wechseln, um so veränderlicher wird die Mischung des Wassers. Obschon dieser Gegenstand eben so sehr von wissenschaftlichem als praktischem Interesse ist, so ist er doch noch wenig bearbeitet worden. Weil die Chemie bis vor ein paar Jahrzehnden im Allgemeinen, ja was einige Stoffe anbelangt, noch bis zu den letzten Jahren, nur höchst unzuverlässige quantitative Bestimmungen zu geben im Stande war, sind nur wenige der etwas ältern Analysen zur Vergleichung mit denen der neuesten Zeit brauchbar. Am häufigsten lassen sich noch die Abdampfungen, welche die frühern Chemiker mit den M.W. vornahmen, in dieser Hinsicht benutzen. Doch ist nicht aus den Augen zu verlieren, dass Jene sich häufig mit ungefähren Bestimmungen begnügten u. dass sie, abgesehen von den sonstigen Mängeln der Ausführung, gewöhnlich die Abdampfung des W. nicht so genau vornahmen, wie dies jetzt zu geschehen pflegt.

Es können zufällige Veränderungen, welche in der Zwischenzeit mit den Qu. vorgenommen wurden, schlechte Abgrenzung der M.W. von den eindringenden süssen Wässern, Vereinigung oder Trennung mehrerer Adern u. dgl. die Schuld tragen, dass die ältern Angaben nicht mit den neuern übereinstimmen. »Man behauptet zwar,« sagt Steffens, »dass mehrere Salzqu. ihren Gehalt verändert haben; aber wie? unter welchen Umständen? Dass die Qu., so wie wir sie kennen, manchmal ihren Gehalt verlieren, wie natürlich! Fast nie sind sie in ihrer vollen Reinheit, in ihrem Ursprunge gefasst. Alle jene Beweise von der Veränderlichkeit der Qu. beweisen also nichts; aber die Beweise von der Unveränderlichkeit einiger Qu. beweisen desto mehr. Man kennt in der That solche durchaus unveränderliche Qu. in solchen Gegenden, wo gar kein Steinsalz gefunden wird; u. zwar sind diese eben die stärksten. Man kann aus den Erfahrungen aller Salinisten den Satz aufstellen, dass die Salzqu. desto veränderlicher sind, je schwächer, u. desto unveränderlicher, je stärker sie sind.« (Sehr natürlich bei Zutritt von wildem W. zum Salzwasser!) »Die Salzqu. bei Halle, Frankenhausen u. Lüneburg sind die stärksten bekannten Qu., seit mehrern Jahrhunderten bekannt: u. noch hat man gar keine, auch nicht die geringste Abnahme des Salzgehaltes gespürt.« Salzqu. im Moor oder auch im aufgeschwemmten Gebirge gefunden, können durch allmälige Verdampfung anfangs in ungewöhnlicher Stärke erscheinen. Aber je stärker der Salzgehalt solcher Qu. ist, desto fester kann man davon überzeugt sein, dass sie nicht anhaltend sein werden. (Aufsätze 1810, 92, 295).

Von edlen Wässern haben viele tüchtigen Chemiker die Veränderlichkeit constatirt. Westrumb u. F. Wurzer (1825) sprachen sich sehr bestimmt darüber aus; Bergmann nicht minder, indem er sagte: „Quantitates jamjam determinatae pro re nata paulum differunt. Diversae anni tempestates, inaequalis pluviae nivisque copia, et quae sunt reliqua, contenta vel augent vel minuunt. Fieri quoque potest, et quin saepe re vera fiat, vix dubito, ut labentibus pluribus annis sensim mutetur plus minus proportio“ (Opusc. I). Die Abhängigkeit der Quellen von meteorischen Veränderungen erkennt auch ein alter Schriftsteller über Warmbrunn an. Obwohl die Erklärung des ursachlichen Zusammenhanges mit den heutigen Ansichten nicht ganz übereinkommt, sind seine Worte doch beachtenswerth. „Admodum probabile est, quod hi latices a mineris, variis de causis, v. g. ventis forte in cavitatibus subterraneis etc. agitati et deflexi, quandoque ex parte declinari possint et quod inconstantibus veris atque autumni tempestatibus, inconstans quoque mineralium proportio accidat, nec non aquae pluviales vel nivales in transitu simul affluant, ut

in thermis Hirschbergensibus (Warmbrunn) observavi, in quibus aestatibus calidioribus et liquefactis in montibus Sudetis nivibus, aut frequentibus imbribus mineralia, in iis alias contenta, minnuntur."

Stifft drückt sich in folgender Weise über die Veränderungen aus, welche einzelne M.W. mit der Zeit erleiden. „Jedem, der sich nur einigermassen mit M.Qu. beschäftigt hat, wird es gewiss auch, ebenso wie mir, vorgekommen sein, dass die Einwohner der umliegenden Gegend der einen oder andern M.Qu. die Klage geäussert haben, die Qu. habe an ihrer Kraft verloren, das W. sei nicht mehr so stark u. kräftig, als es alte Leute früher gekannt hätten. Gewöhnlich schrieb man dies einer in späteren Zeiten geschehenen neuen Fassung zu, u. es gibt auch Qu. genug, wo dies der Fall ist, z. B. die Werker Qu., die seit der in den letzten Jahren unternommenen neuen Fassung gänzlich u. plötzlich unbrauchbar geworden ist. Aber andere Qu., wo man dieselbe Klage führte, hatten gewiss durch die neuere Fassung nicht erst verloren, sondern bereits früher. Hiervon überzeugte mich nicht nur die Tauglichkeit der Fassung, die nach allen Regeln u. mit der erforderlichen Vorsicht geschehen war, sondern mehr noch der Umstand, dass ich bei genauerer Untersuchung erfuhr, dass man schon vor der Fassung über die Abnahme der Qu. Klage geführt hatte, diese Klage die Veranlassung zur neuen Fassung gewesen u. bei der neuen Fassung die ältere ohne wesentliche Fehler gefunden worden sei."

„Auch dient wohl zum Beweise dieser Abnahme der Umstand, dass ehemals sehr berühmt u. besucht gewesene Qu. jetzt vergessen u. einsam sind." (?)

„Die Probbacher Qu. beschäftigte z. B. im vorigen Jahrhunderte innerhalb weniger Jahre die Federn zweier, damals im Rufe stehender Aerzte. Man sieht noch die Ueberbleibsel der mit grossen Kosten unternommenen ehemaligen Fassung von Marmor. Man hatte Alleen u. Spaziergänge für die Kurgäste angelegt u. s. w.. Von Allem diesem ist Nichts mehr. Niemand als die nächsten Anwohner denkt noch an diese Qu. u. selbst diese behaupten, das W. lasse sich nicht lange bewahren u. noch weniger verführen."

„Allerdings haben auch hier glücklichere Nebenbuhler, die später in Ruf kamen, diese ausgestochen u. vom Schauplatze verdrängt u. Mode, oft auch Eigennutz, mögen dabei mit im Spiele gewesen sein; allein das Allgemeine dieser Klagen lässt auch auf etwas wirklich zu Grunde Liegendes im Bestande dieser Qu. schliessen."

„Bemerkenswerth ist es übrigens, dass man diese Klagen nur von kalten M.Qu. u. Säuerlingen hört. Da diese, wie wir oben gesehen haben, höchst wahrscheinlich mehr in oberen Teufen ihre Entstehung als M.Qu. finden u. in genauerer u. engerer Wechselwirkung mit den Atmosphärilien stehen, so ist es eine sehr natürliche Folge, dass einestheils, wegen ihres verhältnissmässig schwächern Gehaltes u. anderntheils, weil eine sichtbare Abnahme in einem kürzeren Zeitraume bemerkbar wird, bei diesen jene Erfahrung leichter gemacht werden kann."

Stoffarme Quell-W., die von Regen, Schnee, Flusswasser gebildet werden, können schon deswegen im Salzgehalte schwanken, weil auch die atmosphärischen Niederschläge (S. 26, 118) u. das Flusswasser (S. 27) nicht immer ebenviel feste Stoffe in sich hat. Die gemeinen W., die nicht den tiefern Erdschichten angehören, selbst wenn sie nicht gerade stoffarm sind, wechseln im Gehalte bekanntlich oft sehr bedeutend. Pagenstecher fand z. B. einen Wechsel im Salzgehalte der Trinkbrunnen von Bern (Mitth. d. naturf. Ges. in Bern, 1844, 146). Eine Qu. zu Oriol wechselte in 9 Monaten von 12,05—14,75 Z.T. (Annuaire des Eaux I); doch kommen viel grössere Veränderungen im Salzgehalt der Süss-W. vor. *) Es hängt dies davon ab, dass

*) Ich will eine ältere Beobachtung, obgleich sie ungenau ist, anführen, um zu zeigen, dass man schon vor längerer Zeit (1728—30) auf diesen Wechsel aufmerksam gewesen ist. Muschenbroek (Tent. exp. acad. Florent. II) fand in 5 Versuchen dasselbe Süsswasser dreimal 661—698mal, zweimal 774—783mal schwerer als die Luft. Destillirtes W. ist bei 0° im Normalen 773mal schwerer als atmosphärische Luft von 0° u. bei 760 Millim. Druck.

die Menge des niederfallenden Regenwasser bald kleiner bald grösser ist, wodurch die Auslaugung des Bodens mit einer kleinern oder grössern W.-Masse vor sich geht u. also die Lösung der vorhandenen löslichen Salze bald concentrirter, bald diluirter wird, insofern dem W. immer nur die gleiche Salzmenge dargeboten wird. Bei grössern meteorischen Niederschlägen kann es aber auch vorkommen, dass zugleich die Menge des zu Lösenden sich vermehrt u. also die Wirkung der Dilution ausgeglichen wird. In nassen Jahren, wo der Boden mehr von Feuchtigkeit durchdrungen ist, wird nämlich auch die Verwitterung der Bodenbestandtheile freiern Spielraum haben u. werden also mehr lösliche Salze darin gefunden werden. Es sind hier so vielerlei Umstände denkbar, welche auf den Salzgehalt der in den obern Schichten verlaufenden W. von Einfluss sein können, dass dabei örtliche u. zeitliche Verschiedenheiten herrschen müssen.

Drain-W. u. W., die von bebautem Boden abfliessen, werden an den Veränderungen, die mit diesem vorgehen, Theil nehmen. Vielleicht üben selbst die auf solchem Boden wachsenden Vegetabilien einen Einfluss aus. Cf. §. 108, 109.

Ist der Gehalt des zu Quell-W. werdenden Regenwassers an CO^2 ungleich, so wird auch die davon gelöste Menge Erdcarbonate ungleich werden. Ist die vom oberirdischen W. angenommene organische Säure oder die aus Schwefelkies bei der Verwitterung gebildete Schwefelsäure nicht immer gleich, so wird auch das mit deren Hülfe Gelöste verschieden ausfallen. Wir sehen die von Vulkanen, Solfataren oder brennenden Steinkohlenflötzen abfliessenden W. je nach der Menge der Meteor-Niederschläge sehr wechseln. (§. 102, S. 277 u. 283.) Wenn der Boden Salpeter, Glaubersalz, Bittersalz, kohlens. Natron erzeugt u. die Produktion dieser Stoffe von der Witterung bedeutend abhängig ist, so muss auch das auf einen solchen Boden niederfallende W. bald mehr bald weniger von diesen Salzen aufnehmen. Der nach einem regenfreien Zeitraume niederfallende Regen löst mehr ausgeblühte Salze auf u. wird ein concentrirteres M.W. bilden als der nachfolgende. Stagnirt das W. längere oder kürzere Zeit in den Schichten, worin sich Bitter-W. durch die gegenseitige Zersetzung des Gypses mit einem Magnesia-Salze bildet, so fällt auch das Bitter-W. stärker oder schwächer aus. (Cf. §. 91.) Je nach der Menge des vorausgegangenen Niederschlages u. je nach der Zeit, welche der Betrieb der Soolen dem W. zur Auslaugung lässt, wechselt der Gehalt des gewonnenen Salzwassers. (§. 117, 120.) Wo das Salzwasser durch Hineinleiten eines Süsswassers in das Steinsalzgebirge entsteht, ist die grössere oder geringere Anschwängerung des W. mit Salz offenbar. In Salzsee'n, besonders sehr mit Salz beladenen, mischt sich das niedergefallene Regenwasser oder einfliessende Flusswasser nicht gleichmässig oder nur langsam mit dem gesalzenen W., wodurch Verschiedenheiten der Analysen erklärlich werden. (S. 135.)

Oberflächlich stehende W. (mit Kochsalz, kohlens. Natron etc.) können durch Verdunstung u. Abscheidung von Salzen oft stark verändert werden.

An allen Veränderungen einer grössern oberflächlichen W.Masse können auch die von einem solchen W. abhängigen Qu. Antheil nehmen. Auch in den unterirdischen W.-Behältern, wovon die Quellen ausgehen, mag

die Mischung des neu zugetretenen Regenwassers mit dem vorhandenen schon mineralisirten W. nicht immer gleichmässig vor sich gehen u. so zeitliche Verschiedenheiten der M.Quellen begründen.

Geht man näher auf die Geschichte der M.W. hinsichtlich ihres chemischen Gehaltes ein, so überzeugt man sich bald, dass viele höchst unbeständige Produkte der Verwitterung, Auflösung u. Auslaugung sind, während andere eine grössere Beständigkeit erkennen lassen, welche aber wohl nie für eine absolute zu nehmen ist, sondern für kleinere Schwankungen Spielraum lässt.

Die Sauerwässer von Spa leiden durch Regenwetter. Schon *De Heers sagt, dass im J. 1814 das W. unschmackhaft war u. dass die Quellen (namentlich Geronstère, weniger Sauvenière, am wenigsten Pouhon) durch Regen von ihrer Kraft verlören u. dass sie im Winter am schärfsten seien, weniger gut aber, wenn der Winter milde sei. Sauvenière gab im trockenen J. 1814 nach *Jones 1,6mal so viel Rückstand als im nassen J. 1816, wo auch das Eisen sehr vermindert war. Verschiedene Untersuchungen des Pouhon im J. 1814 gaben zwar einige Schwankungen an; es war sogar, als der Regen fast einen Monat gedauert hatte, der Gehalt noch um 1/5 stärker wie sonst (wie denn auch de Heers sagt, dass der Pouhon am 5. Regentage noch nicht verdorben sei), der Gehalt fiel aber viel mehr im sehr regnerischen Jahre 1816. *Jones fand zu verschiedenen Zeiten im Pouhon ungefähr ebenviel Rückstand beim Abdampfen (1756); er hatte aber vielleicht keine grössere Menge W. abgedampft, wie dies bei salzarmen Qu. nöthig ist; doch gibt er ein Schwanken zwischen 3,33—5,6 Z.T. in den J. 1814—16 zu. Im J. 1674 fand *Duclos in „Spawasser" 8,45 Z.T. Gehalt, 1713 *Chrouet 13,3, 1736 *Presseux im Pouhon 7,1, in derselben Qu. 1752 *Lucas, ein genauer Beobachter 4,1, *Springsfeld auch ungefähr so viel, 1756 *Limbourg 8,1, 1775 *Bergmann 9,7 (fast die Hälfte Magnesia), 1824 *Struve 5,1, 1828? *Monheim 4,4, 1830 Plateau 4,9, 1837 Martens 4,9. Der Regen vermehrte im Pouhon die Erden, während Alkali, Sulfate u. Eisen weniger wurden. In der Sauvenière traf *Lucas Schwankungen von 0,9—1,5; die spätern Beobachter fanden mehr, darunter drei so ziemlich 2,1. Diese, sowie die meisten Qu. von Spa haben nicht über 2—3 Z.T. Gehalt; die von den verschiedenen Chemikern für den Salzgehalt angegebenen Zahlen, sind deshalb von keiner grossen Bedeutung. Gehen wir auf die Einzelbestandtheile ein, so sind freilich nur zwei derselben, welche man in dieser Hinsicht bei den ältern Analysen beachten kann, Chlornatrium u. schwefels. Natron; beide aber sind kaum je in einer Qu. von Spa von 2 Chemikern ebenhoch bestimmt worden; wenn z. B. Monheim, Plateau, Martens beim Chlornatrium nur zwischen 0,266—0,23 schwanken, so hat doch Struve vorher mehr als das Doppelte gefunden. Sicherer aber sind wir bei der Schwefelsäure, dass Veränderungen stattfinden. Cf. S. 280, Anm..

Wenn gewisse alkalische Säuerlinge eine constantere Mischung darzubieten scheinen*), so sind Säuerlinge mit schwefels. Kalk wohl veränderlicher.

Als Beispiel kann schon eine Driburger Qu. dienen, worin Westrumb u. 1820 Dumenil zwischen 34,5—35,1, Varrentrapp u. Dumenil 1823 25,2—26,8 festen Gehalt in derselben Menge W. fanden. Bei Wässern jedoch, die Sulfate von Kalk, Magnesia u. Natron enthalten, bleibt beim Abdampfen leicht Krystall-W. in den Salzen zurück. Dies ist auch bei den vielen Abdampfungen, welche während zweier Jahrhunderte mit dem Trinkbrunnen von Pyrmont vorgenommen worden sind, wohl

---

*) Der Buchsäuerling, der zu Zeiten von F. Hoffmann u. Crantz 14,3 u. 16,5 Z.T. festen Gehalt hatte, hat in mehr als 100 Jahren wohl keine wesentliche Veränderung erlitten, da Steinmann 15,3 u. Göttl noch im J. 1854 14,3 Z.T. festen Gehalt antraf. — Die Beständigkeit des Gehaltes des Wildunger Stadtbrunnens wird durch folgende Zahlen wahrscheinlich, die für den festen Rückstand eines Pfundes W. gelten: Ovelgun 1723 8 gr., *F. Hoffmann 1714 oder 1724 ebenviel, *Stucke gegen 1791 8,1—8,4 durch Abdampfung, *Wiggers 1835 7,99 (berechnet!), Bauer 7,8.

zu beachten; eine völlige Uebereinstimmung ist hier nicht zu erwarten. Der betreffende Brunnen enthält jetzt fast 22 Grane im Pfunde W.; Struve fand ehemals fast 20,6. Die Angaben von Keil im J. 1688 mit 20,3, von Cunäus, *Seip 1717 (22 stark), von Andern aus den J. 1780—81, welche höher gehen, lassen einen Wechsel noch unentschieden. Die Veränderlichkeit lässt sich aber bei den Angaben von *Hoffmann 1724 (13,3), *Bergmann 1776 (18), Gmelin u. Beroldingen 1782 (11,5 u. 11,7) kaum bezweifeln. Andererseits unterstützen die Zahlen von *Marcard vom Sommer 1781 (28), Piepenberg 1787 (22—30) u. Brandes, der im J. 1822 Verschiedenheiten von 1/5 des Gehalts antraf, die Ansicht, dass grosse Veränderungen wirklich vorgehen. Westrumb fand im J. 1783 bei einer fast stets gleichen Witterung den Gehalt constant; geringe Differenzen, die er im J. 1788 in Bezug auf den Salzgehalt antraf, u. die er von dem ungemein grossen Verbrauche des W. in diesem Jahre ableitet, wodurch das W. schneller veranlasst worden sein soll (?), seine Auslaugestätte zu verlassen, finde ich kaum beachtenswerth; auch könnten die Verschiedenheiten, die er bei Bittersalz, besonders auffallend bei Glaubersalz, aber auch bei andern Salzen bemerkt zu haben glaubte, vielleicht auf unbeachtet gebliebenen Abweichungen in der Methode der Analyse beruhen.

Ems. Die Abweichungen, welche das Emser W. im festen Salzgehalte seit anderthalb Jahrhundert darbietet, sind merklich u. nicht zu läugnen; sie bewegten sich zwischen 18,55 u. 22 Gran (in 7680) meistens; aber dennoch muss man staunen über ein gewisses Streben nach Gleichförmigkeit der Mischung, wenn man sieht, dass Grambl 1732 20,74, Burggrave 1751 20,8, Fresenius 1851 20,63, Struve gegen 1824 20,6 Gehalt angaben (nach spätern Analysen 19,62 u. 20,67) u. dass Fresenius 1851 u. Bauer 1837 von folgenden Salzen fast genau ebenviel antrafen:

Kohlens. Natron	Fresenius 10,5	Bauer 10,23
„ Magn.	,99	1,
„ Kalk	1,2	1,2
„ Eisen	,012	,012
Kieselsäure	,38	,41.

Aber ein constantes Verhältniss der Salze gegeneinander ist nicht anzunehmen. Wenigstens fand *Struve (Ueber Nachbildung etc. 1824, S. 11) einmal (in 7680) als festen Gehalt 18,55, ein anderes Mal 18,88 bei verschiedenen Verhältnissen der Einzelbestandtheile, nämlich:

Chlornatrium 5,06,	schwefels. Natron 0,23,	kohlens. Natron 13,26
„ 7,67,	„ „ 0,42,	„ „ 10,75.

Aber hier zeigt sich ein merkwürdiger Umstand. Dividirt man die Zahlen, die den verschiedenen zwei Zeiten angehören, durch die zugehörigen Aequivalentzahlen (oder vielmehr mit den Zehnteln derselben), so zeigt sich, dass die Aenderung vom chemischen Standpunkte nicht als eine quantitative angesehen werden konnte; denn in dem einen Falle war die Summe der Aequivalentquotienten (3,4) gleich der entsprechenden Summe im zweiten Falle (3,399); eine Thatsache, worauf wir an anderer Stelle schon eingegangen sind.

Für die erdigen W. von Nenndorf können wir die Analysen dreier Qu. von Bunsen (1850) mit denen von Wöhler vergleichen; die Salzrückstände, welche Wöhler 1836 u. 1842 fast gleich fand, sind etwas kleiner (nur bei der Badequ. bedeutend: 12,2 statt 13,7) u. stimmen wieder fast ganz mit den von Wurzer 1823 gefundenen Zahlen. Die ältern Analysen von Wurzer (1814) u. die viel kleinern von Tünnermann (1833) angegebenen Werthe müssen einstweilen bei Seite gelassen werden, wenn man nicht Zweifel an der Beständigkeit des W. erregen will. Als Wurzer im Sommer 1814 die Qu. zu Nenndorf untersuchte, war es sehr heiss u. lange Trockenheit herrschte; im Sommer 1823 war's aber regnerisch u. wenig warm. Damals war denn auch die Trinkqu. reicher an fixen Bestandtheilen als jetzt. Auf die wasserreiche Badequ. hatte die Witterung wenig Einfluss gehabt. — Die meisten Angaben, welche seit Cranz über den Gehalt des W. von Baden in Oesterreich gemacht worden, stimmen so ziemlich miteinander. — Wenn mehrere ältere Angaben von Baden in Baden höher gehen, als die von Bunsen (1837), so kann daran eine unvollständige Eintrocknung des Rückstandes schuld sein.

Bei Glaubersalz-Wässern (z. B. Bertrich) dürfen Abdampfungs-Versuche älterer Zeit nicht leichtsinniger Weise mit neuern verglichen werden, weil man früher nicht sehr darauf achtete, das Krystall-W. zu entfernen.

Karlsbad. Wenn man sieht, dass F. Hoffmann (1704) vom Sprudel („Prudel") 40 Gran Rückstand vom Pfund erhielt (*G. G. Hoffmann De praec. med. Germ. font., 1724), ebenviel wie *Cranz 1740, dass *Becher 1770 42,62, Reuss gegen 1794 oder 1811 41,5 (in 26,49 K.Z. W.) fand u. diese Zahlen mit den neuern Ergebnissen der Abdampfung vergleicht, so kann man auf die Vermuthung kommen, das W. sei überhaupt absolut constant in seiner Mischung. Aber schon *Berzelius fand Schwankungen im Gehalte von 41,52—42,055 u. *Struve von 41,26—42,584. *Ragsky erhielt 41,9 durch Abdampfung bei 150°; ich von versendeten Sprudel (1861) bei 190° 42,5. Wolf erhielt sogar ehemals 44,943 u. Göttl 44,49 als Abdampfungsrückstand. Auch sind Differenzen bei den einzelnen Bestandtheilen nachgewiesen.

Der Gehalt der Marienbader Quellen war, ehe die neuen Fassungen gebaut wurden, wodurch die Tagewässer zum grössten Theile abgehalten werden, eine sehr veränderliche Grösse. Noch immer ist er etwas wechselnd, doch ist dieser Wechsel jetzt unbedeutend.

Die älteste Nachricht über den Gehalt des im J. 1749 eingefassten Kreuzbrunnens findet sich in Zauschner über die Tepler Gesundbr. 1766, 316 S., ausgezogen in *Wassergeschichte Böhmens 1770. Die Versuche sind am 25. des Herbstmonats 1765 bei heiterm Wetter angestellt; bei Regenwetter war aber das Resultat dasselbe. In etwa 5415 Gran W. traf er ausser etwa 12 Gran Erden, noch etwa 28,16 wasserloses oder 67,5 krystallisirtes Salz. Jenes macht 52 für 10000, Dieses 124,65 für die löslichen Salze; also jedenfalls weniger als der Salzgehalt jetzt ist. Es scheint nun, dass damals schon u. später der Kreuzbrunn nicht so gefasst gewesen ist, dass die wilden W. abgehalten wurden u. dass dies auch im J. 1790 durch Abteichungen nicht vollständig erreicht wurde, denn es zeigen sich grosse Differenzen bei den meisten Analysen, was den festen Gehalt des W. an Salzen betrifft. Brem soll 1816 65,31 f. G. in 10000 (oder nach Nehr 92,49) gefunden haben. Im J. 1817 wurde der Brunnen zum dritten Male neu gefasst. In diesem regnerischen Jahre war der Rückstand (62,1 od.) 65—80 (im Okt.), wie Steinmann fand, was auch für Weniger galt, als früher gefunden worden sein sollte. Reuss soll 1817 kaum 55 angetroffen haben. Nach einer trockenen Zeit im J. 1820 betrug der Rückstand 94,6 (Steinmann) oder 90 der Analyse nach (Kochsalz 17,66, schwefels. Natron 49,63). Döbereiner traf 1822 im versendeten W. 87,93 f. G. (Kochsalz 16,06, schwefels. Natron 57,29); Berzelius gegen 1824 86,2; Kirchstein 1837 im versendeten W. gegen 97,5 f. G.; Bauer (Struve) 1842 85,32; Kersten 1843 aber wieder 86,2. Aus eigenen Untersuchungen u. aus solchen von Bauer u. A. wies nun Struve nach, dass der Kreuzbrunnen, zu 16 verschiedenen Zeiten untersucht, nur selten fast ganz denselben Salzbetrag hatte, sondern, dass er von 62—89,8 schwankte u. also das eine Mal nahe um die Hälfte stärker als das andere Mal war. Dabei nahmen die Bestandtheile nicht in gleichem Maasse ab u. zu, so dass man diesen Wechsel nicht einer zufälligen Verdunstung im Ständer zuschreiben konnte. Er hatte übrigens im Frühjahr 1842 fast ebenviel feste Bestandtheile (83,85, geglüht 81,97) als Ende Sept. desselben Jahres (85,09, geglüht 82,57) angetroffen, obschon im vorhergehenden Sommer ein seit langer Zeit nicht erlebter, sich über fast ganz Deutschland ausdehnender, beinahe vollständiger Regenmangel gewesen war, der auch auf den Kreuzbrunnen den entschiedensten Einfluss äusserte, so fern ein wahrer Wassermangel in der Qu. eintrat, der wahrscheinlich von einer Verminderung der CO^2 begleitet war. In der Herbstfüllung war die Menge der Haloidsalze sich gleich geblieben, die der Sulfate vermindert, die der kohlensauren Verbindungen bemerklich grösser gegen die Menge dieser Salze in der Frühjahrsfüllung. *Annal. d. Struve'schen Anstalten I, 62, III, 186. — Wenn also der Brunnen nicht oder wenig vom Meteorwasser litt, gab er 86—95 f. G.. Noch 1850 traf Peters 86,32 an, u. zwar — was zur Vergleichung mit der Analyse von 1765 gesagt sei — an löslichen Salzen so viel, dass sie 166 im krystallisirten Zustande ausgemacht haben würden.

Als man 1858 den Kreuzbrunnen neu einfasste, zeigte es sich, dass die alte Fassung schadhaft war u. nicht mehr die wilden W. abhalten konnte. Die

neue Einfassung scheint auch etwas den Gehalt des W. erhöht zu haben. Anfangs ergab die Abdampfung 96,3 u. 100,3 Rückstand. hernach 95 u. 89,68. Alle fremden Zuflüsse scheinen demnach auch jetzt nicht abgehalten zu sein oder die 2 Aeste, woraus der Brunnen besteht, sich zuweilen in ungleichem Verhältnisse zu ergiessen. Ragsky fand 1859 89,7, u. zwar 17,01 Chlornatrium, während vor der letzten Fassung Peters 15,1, Bauer 16,03, Kersten 14,54 gefunden hatte.

Viel grössere Verschiedenheiten hat der Ferdinandsbrunnen zu Marienbad gezeigt. Die vor dem J. 1819 noch nicht gefasste Qu. hatte kaum 47 Z.T. Salzgehalt; die gefasste Qu. ergab 1820—25 58,6—59,9 (Steinmann, Struve, Kirchstein). Im J. 1828 geschah die Trockenlegung des versumpften Erdreichs rund um die Qu. in weiter Ausdehnung, wodurch, nebst einigen schwachen Säuerlingen, eine sehr grosse Menge wilden Wassers abgeleitet u. wobei ein naher Bach verlegt wurde. Seit 1832—1857, wo einige 50 Abdampfungen vorgenommen wurden, namentlich von Brem 1832 u. A., hat man immer 92,4—96,2 gefunden, Kersten z. B. in 6 Versuchen zwischen 94,96—95,76, Bauer nach langem Regnen 93,7. Es mag nun zwar keine absolute Beständigkeit erreicht worden sein, aber doch eine innerhalb sehr kleiner Schwankungen. Nur Einmal, als man das W. stark ausgepumpt hatte, fand sich, dass das nachströmende W. um etwa 6 Z.T. schwächer nachkam; es war also wohl Süsswasser hereingezogen worden, das sonst nur in sehr beschränktem Maasse Zutritt hat. Diese Salzabnahme war in 20 Stunden wieder ausgeglichen. Jetzt gibt der Ferdinandsbrunnen kaum die Hälfte der W.-Masse, welche Steinmann 1820 fand; da nun Dieser einen Gehalt von fast 60 antraf, während jetzt der Gehalt gegen 95 gefunden wird, so sieht man, dass das sich mit dem W. des jetzigen Ferdinandsbrunnens ehemals vermischende W. streng genommen kein blosses Süsswasser, sondern vielmehr ein M.W. mit etwa 25 Z.T. durchschnittlichem Gehalt gewesen sein muss.

Die Franzensqu. zu Franzensbrunn scheint, nach den ältern Versuchen zu schliessen, sich nur wenig zu verändern, aber doch wieder nicht absolut unveränderlich zu sein. Berzelius erhielt 1836 in 2 Abdampfungen nur durchschnittlich 50,33, obwohl er früher, fast genau so viel wie nachher Trommsdorff, an 55 Z.T. gefunden hatte.

Von den stark alkalischen Wässern ist namentlich das Fachinger W. zu erwähnen. Nach den Abdampfungen von Burggrave 1747, Bischof 1825, Kastner 1839, scheint keine Abnahme des Salzgehaltes stattgefunden zu haben. Dieses karg fliessende, unmittelbar an der Lahn gelegene W. ist vielleicht nicht immer ganz frei von zutretendem Flusswasser gewesen; auch sind mechanische Veränderungen mit der Qu. vor sich gegangen; man hat z. B. tiefer gebohrt, auch hat man in der letzten Fassung eine von den 3 Adern abgesondert, so dass man aus den im Gehalte des W. etwa vorgekommenen Veränderungen nicht viel schliessen kann.

Dagegen hat das Biliner W. offenbar etwas geschwankt. Ohne Gewicht darauf zu legen, dass *Cranz nur 35,2 u. Troschel nach der Fassung von 1761 nur ca. 27,3 f. G. in 10000 fanden, da sie vielleicht eine andere Qu. als die jetzt gebräuchliche vornahmen, zeigt doch folgende Uebersicht, dass die Schwefels. etwas variirt haben muss. Chlor ist wohl ganz gleich geblieben. Die frühere Kalkbestimmung ist vielleicht nicht ganz sicher. Wahrscheinlich sind also die Variationen sehr geringe.

	Fester Gehalt:	Schwefelsäure:	Chlornatrium:	Kohlens. Kalk:
Reuss 1808	51,21	5,48	3,89	3,47
Steinmann 1827	51,04	5,183	3,811	3,078 *)
Struve 1830	49,71	5,552	3,755	3,991
Redtenbacher 1845	49,598	5,235	3,823	4,024.

Die Analysen der Vichyer Hauptqu. von Berthier, Longchamp, Mossier, Struve ergaben immer einen Gesammtgehalt des Wassers von 37,77—38,88 (in 7680), Bouquet 1853 erhielt 39,96, Henry 40, Duclos 1670, der die Salze vielleicht nicht gehörig eintrocknete, 43,65. Im Ganzen kann man wohl sagen, dass das W. in 2 Jahrhunderten nicht an Salz abnahm. Dennoch scheinen Schwankungen vorzukommen.

---

*) Der Gehalt an kohlens. Magn. grösser als bei den Andern.

Baudrimont nämlich, der an 6 Tagen im Dez. 1850 Abdampfungen vornahm, traf einmal nur 32,72, aber fünfmal zwischen 37,69 u. 40,17 Gehalt an. Der Kochsalzgehalt, der nach Bauer 4,44 in 7680 beträgt, ist nach den Bestimmungen von Berthier, Longchamp, Bouquet etwas weniger (4,28, 4,38, 4,1) u. der Schwefels.-Gehalt, der nach Bauer 1,6 in 10000 beträgt, nach Bouquet 1,64, nach Andern mehr oder weniger (1,74—1,18).

*Nivet dampfte in einem Zwischenraume von mehreren Monaten u. zwar immer in derselben Weise die W. von Jaude, Royat, Chatelguyon u. St. Maurice wiederholt ab u. fand Unterschiede, die bis zu $^1/_{20}$ vom Gewichte des Residuums sich erhoben.

Wir können wohl bei keinem andern M.W. die Beständigkeit der Mischung so weit zurück u. zugleich mit Hülfe der Analysen so vieler Chemiker verfolgen als bei dem allbekannten Selters. Wenigstens 1 Jahrhundert ist nun dieses Sauer-W. fast stereotyp u. dennoch sind wir gezwungen, kleine Wechsel anzunehmen. Schon im J. 1724 fand *Hoffmann gegen 30 Gran festen Gehalt in 7680 Granen W. [1], 1751 *Burggrave nur 24, welche Angabe auch Brocklesby 1768 hat. Eine Schrift von 1775 geht aber schon auf 26,3 (40 gr. in 24 Unz.). Von da an haben wir Chemiker von Ruf als Gewährsmänner. Es fanden:

Vor 1779	*Bergmann		26,75	f. G., Chlornatrium	18,66 [2]
„ 1783	Higgins		25,8	„ „	15,4 [3]
?	Triare u. Jurine		25,6	„ „	17,6 [4]
1794	*Westrumb		28,7	„ „	17,07 [5]
„ 1799	Reusler		32,25	„ „	19,75 [6]
	Döbereiner		28,93	„ „	17,28
1825	Caventou		28,1	„	
1826	*Struve		28,1 [7]	„ „	17,29
1826	*Bischof		26,57	„ „	16,29
Gegen 1834	Soubeiran		28,1 [8]	„	
	Henry	ca.	27,95 [9]	„ „	15,7
1839	*Kastner		28,1	„ „	17,44.

[1] *Hoffmann (Gründl. Ber. 1727) bekam bei gelindem Verrauchen, wobei das Krystall-W. nur theilweise ausgetrieben wurde, 48 gr. aus 24 Unzen, durch Auflösung des Rückstandes in W., Filtriren, Abrauchen aber 2 Scr. eines reinen alkalischen Salzes, also 26,7 gr. Salz in 16 Unzen. Mit den Erden mag dieses an 30 gr. gewesen sein. Saturirte er das Salz mit Schwefelsäure, so erhielt er nach dem Abrauchen 90 gr. mit Krystallwasser aus 24 Unzen, also 60 gr. von 16 Unzen. Das W. scheint also sicher nicht gehaltloser als 1839 gewesen zu sein.

[2] Bergmann fand in der Kanne, oder dem spezif. Gewichte (1002,7) nach in 42363 gr. W.: 180 gr. in krystallinischer Form. Zieht man den W.-Gehalt der einzelnen Salzen nach seinen eigenen (theils unrichtigen) Angaben ab, so erhält man als Summe 26,75. Wenn seine Angaben über das Krystall-W. ganz richtig gewesen wären, würde seine Summe denen der neuesten Analysen näher kommen. Opusc. chym. I, 208.

[3] Nach Cavallo's Bericht. — Ich nahm die Winchester-Gallone zu 70000, das Pennywight zu 40 gr., 37 krystallisirtes kohlens. Natron für 10 Natroncarbonat an.

[4] Sie ahmten das Selters-W. ziemlich richtig nach, u. kannten Selters besser als französische Chemiker der letzten Jahrzehnde.

[5] Angeblich 1813. Die Gesammtsumme scheint nicht richtig berechnet zu sein. Vetter machte darauf aufmerksam, dass in Westrumb's Angabe, 100 K.Z., Selterser W. oder $5^1/_2$ Pfd. Medicinalgewicht, das Pfd. zu 16 Unzen, hätten 157 gr. f. B. enthalten, ein Irrthum unterlaufe. Der Irrthum scheint mir blos in der Bezeichnung Medicinalgewicht für 1 Pfd. von 16 Unzen zu liegen. Westrumb muss wohl 1 schwed. Kanne, 42250 schwed. gr. nach Bergmann, gut $5^1/_2$ Pfd. von 16 Unzen, oder 100 schwed. K.Z. benutzt haben. Nur so ist es erklärlich, wie er 100 K.Z. = $5^1/_2$ Pfd. setzen kann. Er erhielt nun durch Abdampfung daraus 157 gr., also $28^1/_2$ gr. aus dem Pfd., ein anderes Mal (aus 25 Pfd. berechnet) 28,64 gr.. Der Zusammen-

Die hier für den festen Gehalt gegebenen Zahlen sind wohl öfters das Resultat der Summirung der Einzelwerthe. Der Wechsel im Salzgehalte ist zwar klein, jedoch unläugbar. Tritt nicht Wildwasser je nach der Witterung mehr oder weniger zu, wie es im J. 1856 wirklich der Fall gewesen sein soll? Oder sind die 4 Quelladern des Brunnens von ungleicher Stärke u. gehörte das geschöpfte W. bald mehr einer schwächern, bald mehr einer stärkern Ader an?

Nach Duval's Ansicht wechselt das Thermal-W. von Plombières in der Quantität der Salze, der thierischen Materie u. der Gase; doch finden wir schon 1784 fast dieselbe geringe Menge an festem Gehalt angegeben, wie das W. noch hat.

Porla lieferte 1806 oder 1832 in 10000 Th. 29,3058 Th. (29,403 nach Jahresber. XIII) mit der halbgebundenen CO^2 nach Berzelius, 1838 nach Lynehnell 29,162!

Den festen Gehalt des Gasteiner W. fanden Hünefeld 1828, Soltmann 1836, Wolf 1845 fast ganz gleich hoch.

Bei der Wildbader Therme treffen sich Degen 1837 mit 5,607 u. Fehling 1859 mit 5,666 genügend gut.

Teplitz muss wohl unbeständiger sein. Ficinus erhielt aus derselben Qu. in 4 Versuchen jedesmal eine andere Zahl, zwischen 4,69—6, im Mittel 5,135, Berzelius aus dem Steinbade nur halb so viel als Ambrozzi 25 Jahre früher.

Im Geschmacke hat das W. des Stadtbades gewöhnlich nichts Auszeichnendes, doch ist es zu verschiedenen Zeiten u. nicht selten merklich salzig. „Von dieser Seite“, sagte *Ambrozi 1797, „zeichnete sich dieses W. am 28. März 1791 besonders aus. Das in diesem Augenblicke zum Abdampfen genommene W. gab auch an trockenem Rückstande bis viermal mehr als gewöhnlich.“

Bath. Die Beständigkeit der Mischung erhellt aus folgenden Zahlen, welche jedesmal den festen Gehalt in 10000 ausdrücken, wobei aber zu bemerken, dass die von *Lucas als Mittelzahl angegebene sich auf das krystallisirte Salz bezieht.

(Lucas	fand	1755	28,26)
Phillipps	„	1806	20,58
Scudamore	„	1820	19,23
Walker	„	1829	20,94
Noad	„	1844	20,05
Merck	„	1848	20,62
Charleton	„	?	19,4.

Kleine Differenzen scheinen aber nicht zu fehlen; man vergleiche nur die Analysen von Merck u. Noad.

Clifton's Therme, worin Lucas 1754 in der Gallone 38, ein anderes Mal 40 gr. Rückstand fand, gab, von Herapath untersucht, 37,3 gr. ohne zweit-atomige CO^2. Man kann also annehmen, dass das W. sich ziemlich gleichgeblieben ist.

Die Analyse, welche *Filhol zu 3 Zeiten von der Qu. Reine zu Luchon machte, gibt von der Veränderlichkeit einer Schwefeltherme ein neues Zeugniss.

---

setzung nach, wie Bischof sie stöchiometrisch berechnet, erhielt er 28,7. Meersalz 655,06 in 1000, eigentlich 1007,54, rh. K.Z. W. = 291080 Gran. Vgl. Trommsd. J. VII.

[6]) Rensler fand als Rückstand $32^1/_4$; dieser war wohl nicht frei von zweit-atomiger CO^2 oder das Kochsalz ist zu hoch gegriffen. Rollin (Raulin?) soll in seiner Parallèle des Eaux min. als Summe 31, aber die Mischungsverhältnisse sehr unrichtig angeben. Richtig setzt Hagen das Kochsalz zu 15 an.

[7]) Ohne Eisen.

[8]) Er gibt in einer Schrift über künstliche M.W. 3 p. m. wohl nur als ungefähre Zahl an.

[9]) Nämlich mit der zweit-atomigen CO^2 4 p. m.; genauer nach Balneol. Ztg. IV, 308: 4,07 p. m. = 31,26 fürs Pfund (statt 33,42 bei Kastner's Analyse); nach Abzug der zweit-atomigen CO^2 3,64 p. m.. Diese Analyse ist wohl nur als eine ungefähre anzusehen.

In 10000:	Juli 1849	Jan. 1850	Dez. 1850
Schwefel	,228	,247	,233
Chlor	,379	,409	,396
Schwefelsäure	,329	,356	,333
Kieselsäure	,49	,61	,552
Kali	,05	,047	,047
Natron	,87	,891	,85
Magnesia	,015	,026	,02
Kalk	,167	,179	,178
Eisenoxyd	,017	,024	,024
Manganoxyd	,025	,029	,032
Thonerde	,07	,075	,072
	2,64	2,893	2,737.

Für die Geschichte vieler französischer M.Qu. sind die Abdampfungen wichtig, welche gegen 1670 mit eingesandten Wässern von Duclos „mit vieler Sorgfalt u. bei leichter Feuerung" vorgenommen wurden (*Obs. sup. aq. min. divers. prov. Gall. in acad. scient. reg. 1670 et 1671 factae; L. B. 1685). Obwohl also dabei keine sehr hohen Hitzegrade in Anwendung kamen, erhielt Duclos im Allgemeinen dennoch etwas weniger festen Rückstand als nach fast 2 Jahrhunderten angetroffen wird, z. B. 1 Theil Salz für so viele Theile M.W.:

	Duclos	Andere
Bourbon l'Ancy, Limbe	640	571 (1858),
La Bourboule, Bad	170	174 (1862),
Balaruc	128	110 (1847), 132 nach Pierre.
Barbazan	566	416 (Henry), 534 n. Andern.
Bigorre, Königin	440	363 (Ganderax),
„ Rochus	334	354 „
Barèges	4700	4803 Longchamp.

Für die österreichischen M.W. liefern die viel zahlreichern, vor einem Jahrhundert von Cranz vorgenommenen Untersuchungen, einen werthvollen, noch nicht ausgebeuteten Stoff zu Vergleichungen mit neuern Analysen.

Vergleicht man selbst Analysen der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts, so sieht man sich noch auf zwei Stoffe beschränkt, Chlor u. Schwefels., weil die meisten andern damals noch ziemlich ungenau bestimmt wurden. Die damaligen Chlorbestimmungen verdienen wenigstens, was die Berechnung des Chlornatriums aus dem Chlorsilber angeht, Vertrauen; z. B. berechnete Bischof 1825 40,82 Kochsalz aus 100 Hornsilber; richtig ist 40,76; demnach sind seine Angaben fast ganz genau. In wie weit Dasselbe für noch ältere Analysen gilt, wäre nachzusehen.

Glücklicherweise hat man auch schon seit längerer Zeit aus dem schwefels. Baryt das schwefels. Natron fast ganz richtig berechnet. Bischof z. B. schloss gegen 1827 aus 100 schwefels. Baryt auf 61,05 schwefels. Natron; die jetzt als richtig angesehene Zahl ist 60,8985; also sind seine Angaben nur um 0,25 % zu hoch.

Die Untersuchungen der neuesten Zeit haben uns Wechsel im Gehalte an CO^2 (§. 62), Jod (§. 138), Schwefel (§. 149), salpeteriger Säure (S. 293), sowie in der Beschaffenheit der austretenden Gase (S. 115) kennen lernen. —

Es kann ein Erdbeben die Mischung des W. (es sei dies hier gelegentlich schon erwähnt) beeinträchtigen.

Die Süsswasserbrunnen des Schlosses Alfieri in Piemont wurden salzig u. geschwefelt beim Lissabonner Erdbeben u. blieben es bis 1808, wo ein neues Erdbeben diese Veränderung aufhob u. sie für die Küche wieder brauchbar wurden

(Bertini Idrologia 1822). In einem 50 Schuh tiefen Brunnen zu Alençon verdarb das W., wie man meinte, durch ein Erdbeben (Gaz. des Deux Ponts 1776, Frank med. Pol. VIII, 75). Bekannt ist die alte Sage, dass Pythagoras ein Erdbeben aus der Aenderung eines Brunnens vorhergesagt habe (haustu aquae e puteo, wie Plinius sagt). Vgl. S. 469.

§. 216. Ungelöst mitgeführte Substanzen.

Nulla res est, quae non eius, a quo nascitur, notas reddat. Seneca.

Man hat zum Zwecke geologischer Berechnungen zu bestimmen gesucht, wie viel Dasjenige beträgt, welches mit den Flüssen im schwebenden Zustande ungelöst weggeschwemmt wird u. hat dabei nach der Verschiedenheit der Flüsse, der Jahreszeiten etc. auch verschiedene Resultate bekommen. Einige grosse Flüsse (Ganges, Mississippi, gelber Strom), führen in Bezug zum W. ganz bedeutende Mengen solcher suspendirten Theilchen mit sich, andere viel weniger. Im W. der Aar, geschöpft an ihrem Ausflusse aus dem Gletscher, traf man 1,42 Zehntausendtel schwebende Theile, in der Maas 0,14—4,74, im Mittel 1 Zehntausendtel im Rheine, wenn aber das W. gelb ist, 2—8 Z.T.. Nach einer mehrere Wochen anhaltenden trockenen Witterung, als schon die blaugrüne Farbe des W. auf eine sehr geringe Menge schwebender Theile schliessen liess, traf Bischof 0,17 Zehntausendtel derselben im Rhein, was wohl ziemlich als Minimum betrachtet werden dürfte. Als 2 Zehntausendtel schwebende Theile im W. waren, bestanden sie vorzüglich aus Kieselerde, Eisenoxyd, Thonerde, etwas Kalk, noch weniger Kali, Natron, Magnesia. Wie fein diese Theile sind, zeigte sich daran, dass man sie nicht durch Filtriren abscheiden konnte u. dass mehr als 4 Monate verflossen, ehe sich das W. vollständig klärte.

Ausser den gasigen Bestandtheilen, die sehr oft nur dem W. ungelöst beigemengt sind, bringen die Qu. zuweilen auch mehr oder weniger feste Substanzen mit ans Tageslicht.

Sehr selten hat man bemerkt, dass Thermalwässer Theile des Gesteins, woraus sie kommen, mit sich führen; doch gibt es Ausnahmen. Die Teplitzer heftig sprudelnde Qu. des Männerbades stösst kleine abgeschliffene Bruchstücke von Porphyr, Quarz, Basalt, Granit, Gneiss herauf (*A. Reuss Teplitz; 75). Auch ein Bad im Schönauer Schlangenbad soll im Winter bei stürmischer Witterung Porphyrsand ausstossen. Die sehr ergiebige Fuente Escusa am Cerro de Alcohol (Almeria), welche aus Kalk kommt, wirft von Zeit zu Zeit Stückchen reinen Bleis aus (Ausland 1841, 1392).

Das aus Granit kommende W. von Neyrac kommt ganz trübe hervor.

Das W. der Leuker Quellen ist meist vollkommen klar; aber zu manchen Zeiten, besonders im Frühling während der grossen Schneeschmelze, im Herbste nach Regen, auch hin u. wieder im Sommer während u. nach anhaltenden u. starken Regengüssen wird es trübe, weissgraulich u. macht einen graulichen Bodensatz. Diese Trübung dauert 1—3 Tage u. oft noch länger. Bei längerem Aussetzen des klaren W. an der Luft bildet sich keine Trübung, als ein Eisenoxyd-Niederschlag. Nach Morin besteht das Trübemachende aus einer grossen Menge glänzender, äusserst dünner Flitterchen. Diese Erscheinung hatte oft in mehreren Quellen gleichzeitig statt, schien aber nicht mit Barometerveränderungen in Zusammenhang zu stehen. Das im getrübten W. suspendirte Pulver (6,5 auf 10000 Gewicht W.) enthielt genau dieselben Substanzen, wie die Efflorescenz auf den Schieferwänden an den Ufern der Dala,

nämlich abgelösten Schiefer, theilweise angeblich als lösliche Theile (viel Bittersalz u. Spuren von Chlorkalium) (?), theils als unlösliche Theile (Gyps, Erden, Schiefer, Eisen, kohlenstoffige Substanz u. s. w.). —

Häufig ist die kiesels. Thonerde nicht wirklich aufgelöst, sondern nur höchst fein suspendirt im W. . Solches Thonerdesilikat enthält gewöhnlich kleine Mengen von Eisenoxyd in chemischer Verbindung. Das klar scheinende W. wird durch Schwefelammonium durchaus nicht verändert. Allein der Abdampfrückstand, mit Salzsäure behandelt, gibt nun eine gelbe Auflösung, die durch Schwefelammonium stark geschwärzt wird. (*Ludwig.)

Eine von frischgefälltem schwefels. Baryt getrübte Flüssigkeit läuft durchs Filtrum ohne klar zu werden. *) Diese Thatsache ist, wie Ludwig bemerkt, auch für die Transportation des fein suspendirten Baryts durch die natürlichen W. von Wichtigkeit. Soll nicht zuweilen der mit Schwefels. in M.W. auftretende Baryt theilweise in Suspension sein?

Einige M.W. bringen flockenartige Substanzen mit hervor; diese sind aber wohl gewöhnlich organische Bildungen, die am Ausgange der Qu. gewachsen sind. Wir kommen anderwärts darauf zu sprechen.

Von den heissen W. zu Ax wird berichtet: „Les eaux de Couloubret charrient beaucoup de glaires, qui paraissent quelquefois en flocons noirs ou blancs, ou mêlés de blanc et de noir, d'autres fois en filaments très blancs" (Pilhes). Ein ähnlicher Bericht über die W. von Bagnols lautet: „Ces eaux charrient des flocons de matière albumineuse, insipide et inodore, qui ressemble tantôt à une éponge à larges trous, tantôt à du frai de grenouille ou à du mucus intestinal" (*Patissier Man. d'eau min. 1837). Montdor's Thermalwasser bringt vor oder nach Gewittern sehr leichte, wie Kohle aussehende, geruchlose, säuerlich, hernach fettig, salzig, bitter u. etwas styptisch schmeckende Flocken mit (*Annuaire des Eaux).

Gewisse Brunnen haben einmal oder mehrmal lebende Pflanzen, ja Fische u. andere Thiere mitgeschwemmt. Vgl. den Abschnitt: Physik.

Häufig sind die mitgeschwemmten Substanzen auch Trümmer von Vegetabilien oder Animalien.

Nach Mulot bringt das W. vom Sande des plastischen Thons (wo?) immer Holzstücke mit herauf, die zuweilen ziemlich dick sind. Aus der Kreide u. dem Grünsande kommen oft Stücke versteinerten Holzes (lignite souvent pyriteux) herauf. Aus dem Brunnen von Grenelle kamen viele Haifisch-Zähne, Muscheln u. Fragmente anderer Fossilien des Grünsandes oder des Gault-Thones nach oben.

»Est in Chersoneso Rhodiorum fons, qui post magnum intervallum temporis foeda quaedam turbidus ex intimo fundat, donec liberatus eliquatusque est: hoc quibusdam locis fontes faciunt, ut non tantum lutum aut folia, sed testas quoque, et quicquid putre iacuit, expellant.« Seneca.

Es gibt auch Quellen, die sich trüben, wenn ein ungewöhnlich starker Zufluss von W. stattfindet, was sehr erklärlich ist.

Scheuchzer nannte Qu., die zuweilen trübe werden, barometrische.

---

*) Nach meinen Beobachtungen bei Versuchen mit der Titrirmethode der Schwefelsäure in saurer Lösung nach R. Wildensteins Angabe finde ich dies nicht, wohl aber, dass eine klar durchfiltrirte Flüssigkeit sich durch Barytsulfat nach ein paar Minuten noch trüben kann.

Dass Brunnen u. Qu. bei Erdbeben trübe werden, ist schon aus der Aufrüttelung des W., aus der Entbindung der Gase, aus dem Einstürzen loser Massen, Zutritt von Sumpfwasser u. s. w. erklärlich. Vgl. S. 466.

Die Thermen von Gastein wurden 1690 für eine Nacht ganz weiss u. lehmig; zur Zeit von 5 andern Erdbeben blieben sie unverändert. Ein Erdbeben soll 1745 die Schuld gewesen sein, dass eine Therme zu Turrita trübe u. gefärbt floss u. dabei ihren alten Ausgang verlor (Vandelli Annal. 1760, 100). 1755 fand zu Teplitz, 1768 zu Baden in Oesterreich, 1822 zu Aix Aehnliches Statt. Ein zu Kannstatt, 9 Tage nach dem Lissabonner Erdbeben merkbarer Stoss hatte eine Trübung u. ein Aufwallen der Sulzqu. zur Folge; dabei sank ein anstehendes Haus mehrere Fuss ein. Selbst noch zu Clifton in England erlitt durch dieses Erdbeben das W. eine Trübung; es wurde roth u. getrübt zur Bestürzung der Einwohner. Eine gemeine Qu. in Kingswood wurde dintenschwarz. Die Thermen Warmbrunns wurden trübe u. molkig, als man in der Nacht vom 2. Juni (Jahr?) auf der Schneekoppe am Riesengebirge 3 Erdstösse empfand (Seegen). Die Qu. bei Arguri, welche früher ein klares, lieblich schmeckendes W. lieferte, floss nach der Eruption des Ararat trübe u. schmeckte nach Schwefelwasserstoff; andere Quellen wurden ebenfalls trübe u. milchig, u. veränderten ihren Geschmack.

Interessant ist *Bagliv's Bericht über das Erdbeben vom J. 1703: „Post primum terrae motum 14. Jan. fere in omnibus puteis mutatio observata est. Puteus cuiusdam civis ad radices St. Silvestri ... haec attulit novi: crevit aqua fere ad decem palmos, et frequenter bullas ad superficiem emittebat, ut solet aqua, dum in vase ebullit: in sapore parum mutata est, sed erat solito turbidior; ita elevata remansit post secundum terrae motum usque ad diem 10. Febr.; tunc decrevit ad pristinam altitudinem et desiit bullas emittere. Aqua putea domus PP .... post primum terrae motum crevit ad 2 palmos circa et amplius. Quatuor autem horis ante secundum terrae motum d. 2. Febr. ex limpida evasit lactea, cum odore insuavi, et sapore mutato; et usque ad d. 15. Febr., qua terra adhuc tremuit, licet insensibiliter, pristinam non obtinuit claritudinem, sed lacteus exiguus color perseverat, qualis observatur in aquis thermalibus sulphureis ... Lacte etiam et odore insolito imbuta, evasit aqua in puteo domus amici nostri ... Aqua putei domus .. turbida ante terrae motus semper erat, post hos limpida et clarissima adhuc est..“ (Die Keller stiessen einen Schwefel- oder Terpentingeruch aus.) „In celis subterraneis non longe a foro Judaeorum, in quibus mulierculae urbis lintea lavant, rumor ingens auditus primo est, deinde statim exsiccatus fons, et loco aquae, e foramine fontis sibilus ac ventus ingrati odoris per 24 horas exivit, et tunc guttatim aqua supervenit; id in quam plurimis fontibus observatum est. Puteis in quampluribus aqua aut turbabatur, aut extraneum saporem, aut insolitum odorem habebat. —

Schlammquellen, Schlammvulkane. An einigen Orten ist dem hervorgetriebenen W. so viel Unlösliches beigemengt, dass aus beiden eine breiartige Masse entsteht.

Auf der Insel Oesel im Lievländischen sieht man in einer Bucht der Ostsee bei niedrigem Wasserstande Schlamm aus den Spalten eines Kalksteins quellen. In der Nachbarschaft der M.Qu. zu Tatenhausen dringt an mehreren Stellen Schlamm aus der Erde; eine dieser Schlammquellen bringt täglich eine grosse Schiebkarre desselben voll hervor. In vulkanischen Gegenden wird solcher Schlamm durch die Gewalt der Gase ausgeworfen. Vgl. S. 171.

Die Schlammvulkane im Krater Pepandajan bilden Kegel von 2—4' Höhe u. sind oben mit einem ringförmigen Rande versehen, der eine geräumige Oeffnung umgibt, aus welcher von Zeit zu Zeit ein heisses schlammiges W. mit solcher Kraft hervorquillt, dass man gern 5 Schritte davon entfernt bleibt. Diese kleinen Vulkanbauten stürzen zuweilen wieder ein. Die Ausbrüche erfolgen alle 20—25 Sekunden u. kündigen sich durch ein unterirdisches Gepolter an.

Im Gouvernement Chartof entstanden im April 1844 Schlammvulkane, die verschiedengefärbte Thone auswarfen u. aus deren tiefern Stellen reines W. floss.

§. 217. Steinöl, Steintheer, Asphalt.

Literatur. *Alberti Halurg. Geol. I, 138—146 (Aufzählung der bekannteren Oelquellen). *Geologie in ihrer Anwendung 1852, 206. *Gehler Physik. Wörterbuch, Art. Quelle, S. 1111—1114. *Breislak Lehrb. d. Geologie III, 1821. *F. Ariosti De oleor. principis olei Mouzibiani ortu et virtute; 1460 (in Ramazzini Opp.). — Hoefel Hist. bals. min. Alsatici s. Petrolei vallis s. Lamperti; 1734. Die Monographien über Petroleum von Wedel (1709), Reichel (1746), Bouillet (1752, besonders über das Oel von Gabian), u. A. —

Erdöl, Bergöl, Steinöl, Petroleum, kommt in der Natur entweder ganz flüssig u. fast farblos als Naphtha oder mit Erdharz (Asphalt, Bitumen) verbunden vor. Diese Zumischung ist entweder gering u. gibt dem Oele nur eine gelbliche Farbe oder sie ist bedeutender, wie in den dickflüssigen theerartigen dunkelgefärbten Massen, die an einigen Orten aus der Erde fliessen. Das Steinöl ist ein meist stark riechendes Gemenge verschiedenartiger Oele, die sich durch ihren Siedpunkt unterscheiden u. enthält oft auch Paraffin, eine krystallinische geruchlose Substanz. Es ist in W. unlöslich. Meistens ist es leichter als W.; sein spezifisches Gewicht wechselt zwischen 0,753—0,881 (das von Amiano zeigt 0,836, das von Baku 0,853, das dunkelbraune, nordamerikanische 0,795—0,881); *) ist es aber zähe, wie das von Zante, so bleibt es auf dem Boden liegen. Weisses Steinöl wird an der Luft nach u. nach dunkel u. dickflüssig, schwarzes verwandelt sich mit der Zeit in Bergtheer. Mit dem Erdöle genetisch verwandt ist der Asphalt, ein auf dem todten Meere u. andern Landsee'n Asiens schwimmendes, aber auch an anderen Orten vorkommendes festes Erdharz von schwarzbrauner Farbe. Oft ist der Boden mit Steinöl oder Erdharz imprägnirt. Auch sind viele Gesteine bituminös. —

Quellen mit Steinöl kommen in sehr vielen Ländern vor.

In England kennt man Steinölqu. zu Colebrookdale (Prov. Shrop) u. zu Ormskirk (Gr. Lankaster) u. an vielen andern Orten. Bei Coal-Port in Shropshire wird täglich 1 Oxhoft Bergöl gesammelt u. in den Schächten von Dawley u. Dingle bildet das Bergöl förmliche Traufen. In Schottland sind Oelquellen bei Edinburg (der Catharinenbrunnen, von Ortelius beschrieben) u. zu Renton (Prov. Dumbarton).

Im Hannöverschen findet man Theer oder Steinöl zu Velbar, Gretenbergen, Hänigsen, Edemissen u. Wietzen. In der Nähe von Wolfenbüttel ist zwischen den Dörfern Klein-Schoppenstedt, Hötzum u. Niedern-Siekte ein Erdölquell. Auch die Pfützen der Angergegend, nicht fern vom Fusse des Elms, eines kleinen Flötzkalkgebirges, wo dieser Brunnen angelegt ist, sind mit Erdöl bedeckt. Eine ähnliche Qu. findet sich zu Oberg im Hildesheimischen u. im Iberge bei Grund trifft

*) Das nordamerikanische Erdöl ist dunkelgrün, fast schwarz u. von verschiedenem spezifischem Gewicht. Mit geringer Mühe erhält man daraus durch einmalige Destillation ganz farblose Oele. Die Destillation des Oeles beginnt schon bei einer Temperatur von 60 Grad C., ein Zeichen, dass in dem Erdöl sehr flüchtige Verbindungen enthalten sind. Das bei der Stadt Warren hervorquellende Oel ergab bei der Verarbeitung 41,5 Proc. an leichteren Oelen (Photogen), 44 Proc. an schwereren Oelen (Solaröl), 12 Proc. an dicken paraffinhaltigen Oelen u. eine geringe Menge eines kohligen Rückstandes. Nach einer Untersuchung, die in Berlin von Dr. Ziurek ausgeführt worden ist, liefert das rohe Erdöl circa 44 bis 45 Proc. Photogen, 52 bis 53 Proc. Solaröl u. 1½ bis höchstens 2 Proc. Paraffin. Das amerikanische Oel wird theils in Amerika, theils in England u. auch in Deutschland rektificirt. Bei der Destillation bleibt das Erdharz zurück u. man erhält ein farbloses Oel, das aus verschiedenen Oelen besteht, die im Siedpunkte u. spezifischen Gewichte sich von einander unterscheiden. Das spez. Gewicht des rektificirten Oeles ist 0,8—0,81. Wenn die flüchtigeren Oele davon abdestillirt sind, ist es nicht leicht mit dem brennenden Span zu entzünden, ohne dass es bis 62—67°,5 C. erhitzt würde, u. ist also weniger feuergefährlich als das Terpentinöl. Das Steinöl scheint nur eine geringe Menge Benzin zu enthalten.

man zähes Erdpech. Das schon 3 Jahrhunderte bekannte Quirinusöl von Tegernsee (2650 ü. M.) im Isarkreise soll weniger dicht als gewöhnliches Steinöl sein. Es hat unter Schutt im Tertiärgebirge seinen Sitz. Das W. des Quells enthält Schwefel u. Eisen.

Bei Tramelan (Canton Bern) u. im Val Travers bei Neuschatel, u. zu Weissenburg findet man Erdöl oder Theer.

Im Elsass, bei Bechelbrunn, Hatten u. Lobsann, findet man Erdöl u. Asphalt häufig im Sande zwischen zwei Schichten vom Schieferthon. Das Bitumen von Bechelbrunn u. Lobsann nördlich Strassburg bildet im Braunkohlengebirge, man kann sagen, einen sandigen Theer, der sich in seinen fettesten Schichten wie Wachs schneiden lässt. In Paris verkäuft man den Bergtheer vom Niederrhein als Wagenschmiere. Zu Lobsann gewann man vor 25 Jahren jährlich 2—3000 Centner Bergtheer u. 7—8000 Centner Asphalt. Auch in andern Gegenden Frankreichs ist Bitumen häufig vorhanden, wie z. B. zu Begrède bei Anson in Languedoc, zu Gabian in der Gegend von Beziers (Herault), eine Qu. die 1618 entdeckt wurde u. das Oleum Gabianum lieferte, ferner bei Dax, zu Porentruy, zu Tremolai bei Clermont, wo das schwarze W. eine klebrige, stark u. unangenehm riechende Masse absetzt, am Pic de l'Etoile, einem früheren Vulkane, wo ein schwarzes stinkendes Bitumen-W. fliesst, zu Servac bei Uzes, wo das W. „kochend" aus der Erde kommt u. ein schwarzes, klebriges, leicht entzündbares Erdharz absetzt, zu Naupонts unterhalb Aulne im Erce-Thale, wo ein Strom aus Urkalkstein ausfliesst. Der Pechbrunnen von Clermont enthält nach Nivet viel Schwefelnatrium. Frankreich führte 4113 Centner Asphalt u. 1700 Centner Steinöl im J. 1835 aus; die Produktion soll in Frankreich damals 51000 Centner betragen haben.

„Der salzreiche Karpathenzug ist besonders auf der Nordseite in Galizien reich an Erdölquellen; von Lemberg kommt jetzt gereinigte Naphtha als Lampenöl in den Handel, das bei Starasol im Ursprungsgebiet des Dniester aus Sandstein quillt. (Jahrb. d. geol. Reichsanst. VI, 652.) Zwischen Dukla u. Krosno im Weichselgebiet dringen brennende Gase aus dem Boden u. einige künstliche Brunnen zeigen sich eine Zeitlang ergiebig (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1862. XII, 197), dann lassen sie aber nach. Merkwürdiger Weise liegt der Quellenzug nur auf der Nordseite der Beskiden, wohin die steilen Schichten fallen, u. zwar nur wenige Meilen vom Kamme des Gebirges." Quenstedt Mineral. 1863. Früher gebrauchte man das Oel wegen des starken Geruches nur als Wagenschmiere; seit etwa 10 Jahren wird es aber fabrikmässig bearbeitet u. am ganzen Nordrande der Karpathen nach Naphtha gegraben. Das Naphthagebiet erstreckt sich bis in den südlichen Theil Galiziens u. bis in die Bukowina. Manche Brunnen von nur 8—10 Klaftern Tiefe geben täglich 100 Centner.

Peklenitza, d. h. Steinöl, ist ein Dorf im Varasdiner Comitat benannt, wo eine Steinölquelle technisch benutzt wird.

In Siebenbürgen findet man Steinöl in Salzgruben.

Oestlich von Gaming (unter Enns) ist eine Oelquelle.

Eine Mischung des bei Epidamnos (Durazzo) in Illyrien von den Bergwassern an die Ufer geworfenen Erdpechs mit Theer hiess Pissasphalt (Dioskor. I, 100).

Der Monte Gibio (Zibio. Zibinium) liegt mit der gleichnamigen Stadt 12 Meilen von Modena, 500 Schritte von einer Salse, die alle 15—20 Jahre explodirt, in einem engen, wie gespaltenen Thale. Hier fliessen in der Nähe von Steinkohlen aus Felsspalten 3 Qu. mit einem weisslichen (oder nach Baccius violettem) W. u. braunem oder schwärzlichem honigdickem Oele von sehr hartnäckigem Geruche. Man sammelt das Oel zweimal die Woche.

Am Monte Festini waren wohl 100 Oel-Brunnen u. grub man jährlich ein paar neue. Sie hatten eine Tiefe bis zu 70 Ellen. Das sehr klare Oel kam mit etwas W., zuweilen auch ohne solches aus dem Felsen.*) Zwischen den Brunnen

---

*) Die Arbeiter, die das Oel heraufholen, werden zuweilen betäubt; „ajunt arctari sibi spiritum et in auribus acutissimum doloris sensum percipere quasi stylo perforentur."

waren Stellen mit oberflächlichem, kaltem, aufwallendem Salz-W. das nach Steinöl roch. Jede Woche wurden ca. 20 Pfd. gesammelt, das sich fast ganz überdestilliren liess. 14 Meilen von diesem Orte nach Modena hin ist le Bombe, ein weiter, zuweilen explodirender Krater mit bituminöser Materie.

Es scheint, dass diese Oel-Ausflüsse nicht immer an derselben Stelle ausfliessen. „Caeterum tellus interno veluti subagitata calore certis locis ebullit crepitatque ac pluviis instantibus maxime quando diversos ex improviso eructat humores, alibi liquorem varium, alibi salsam aquam, alibi sincerum bitumen. Haec materia bituminis modo ad unam scaturit partem, modo ad aliam, ac temporaneas idcirco videtur habere venas, non perpetuas, fontesque ut mutant origines, alios novos appellant, alios veteres.“ Baccius.

Am Monte Ciaro bei Piacenza kommt flüssiges Bitumen auf einem mit Kochsalz, Kalk u. Bittererde geschwängerten W. hervor. Gottardi Mém. sur les eaux de Lusignano; Parma 1813.

Die ergiebigsten Steinölquellen Italiens, sind die von Amiano, 12 Stunden von Parma, Oglio di Sasso genannt. Man gräbt hier 180′ tiefe Brunnen, die alle 2 Tage vom angesammelten Oele entleert werden. Nach anderer Nachricht hält das Oel trotz des beständigen Schöpfens immer dasselbe Niveau. Die Qu. fliessen so reichlich, dass nicht allein die Strassen in Parma u. Genua damit beleuchtet werden, sondern auch noch Viel zur Ausfuhr übrig bleibt. Das Oel ist sehr flüssig, ausserordentlich klar, weingelb mit blaugrünlichem Scheine, riecht durchdringend, verflüchtigt sich gänzlich u. ist sehr leicht entzündlich. Odeleben, Italien I, 1819, Annal. de Chim. t. 45 (vor 1804), 171.

„Auf Zante, dem alten Zakynthos, der südlichsten unter den Jonischen Inseln, hatte schon Herodot (IV, 195) die berühmten Qu. besucht, welche noch jährlich 100 Ctr. Oel liefern. Eines der Oelbecken hat 50′ Umfang.“ Quenstedt. „Zacyntho et circa Dyrrhacchium (Durazzo) et Apolloniam fontes sunt, qui picis magnam multitudinem cum aqua vomunt.“ Vitruvius.

In Griechenland brachte die Gegend von Megalopolis beim jetzigen Dorfe Sinano Bitumen hervor.

Georgi erwähnt viele Flüsse Russlands, an denen sich erdharzige W. vorfinden, auch das kochsalzige W. von Jenikole, wovon das Oel abgeschöpft wird. Zu Naphtlugi im Gouvernement Grusien ist eine Bergtheerqu. (Hassel). 1 4/7 geogr. Meil. von Grosnaja ist ein Mergelhügel mit einer Schwefelqu. von hoher Temperatur, die kohlens. Kalk (?), Natron- u. Eisen-Sulfat u. Alaun absetzen soll, u. einer schwarzen Theerquelle, deren W. ziemlich viel Gas entwickeln soll (Kohlenwasserstoff 83 %, CO^2 17 %). Die grösste Qu. soll jährlich ca. 215 K.M. Theer von etwa 10° Wärme geben. Mehr salzige Qu. liegen nach Westen hin u. haben die Schlucht mit einem Asphaltlager ausgefüllt; auch andere Kohlenwasserstoffströme fehlen nicht.

„Im Kaukasus beschränkt sich das Auftreten der Naphtha oder des Erd-Oeles in grösseren Massen nur auf die kleine Halbinsel Apscheron, den östlichsten Ausläufer des Kaukasus, u. auf die nahe an der Spitze der Halbinsel gelegene Insel Swätoi-Ostrow, während an Punkten, wo die furchtbare vulkanische Kraft ihre zerstörendsten Wirkungen äussert, wie z. B. in Schemacha, welches 1859 fast ganz zerstört wurde, keine Spur davon zu finden ist.“ „Das im Mittelpunkte der Halbinsel belegene Tartarendorf Balachanu ist der Centralpunkt des Naphthagebietes. Auf einem Raum von ziemlich einer Quadratwerst findet man hier mehr als hundert Quellen, die zum Theil schwarzes, zum Theil weisses Steinöl liefern. Das erstere ist mehr oder weniger dickflüssig. Da dasselbe eine lange Reihe von Jahren nicht verwendet worden ist, so sind die Qu. übergelaufen u. durch die Verdunstung der flüchtigen Theile hat sich an vielen Stellen, die mehrere Fuss mächtige, sogenannte Kirrschicht (Erdwachs) gebildet. Die weisse Naphtha ist von dunkelgelber Farbe u. dünnflüssig. Man hat sie seit langer Zeit in gewöhnlichen Lampen gebrannt u. in den Apotheken mit Schwefelsäure u. Destilliren über Lauge das Steinöl daraus dargestellt. Beim Destilliren hinterlässt sie einen erstarrenden Rückstand von nur 2 bis 2 1/2 Proc.. In früherer Zeit zog der Khan von Baku jährlich eine Summe von circa 55000 Thalern aus dem Verkauf von Naphtha u. Steinöl. Die reinsten Sorten

gingen in das Innere des Landes, wo man ihnen bedeutende Heilkräfte zuschrieb, namentlich als Einreibung gegen rheumatische Uebel."

„Erst seit wenigen Jahren beutet man dieses Geschenk der Natur fabrikmässig aus. Die erste Fabrik für die Gewinnung von Mineralöl am Kaukasus hat man aber nicht in Balachanu angelegt, sondern in dem 12 Werst davon gelegenen Tartarendorfe Surachanu. Hier befinden sich nämlich die grossartigen Quellen von Kohlenwasserstoff, die unter dem Namen der ewigen Feuer von Baku bekannt sind, u. diese benutzt man zur Feuerung der Destillationsapparate u. zur Beleuchtung der Fabrik. Hier werden täglich 14738 Pfund Oel fabricirt." *) Um Baku wie um Sallian ist ein Theil der vielen Naphthagruben u. Salzsee'n mit heissem W. gefüllt. Vor der Stadt sind Schwefelthermen. Der Boden ist ein ganz u. gar mit Steinöl getränkter thoniger Mergel. „Das Dorf Balaghanu (Balachanu) hat 25 Brunnen, wovon die besten bis 1500 Pfd. in einem Tage geben sollen, die meisten sind aber viel ärmer... Farblose Naphtha findet sich jedoch nur an einer einzigen Stelle, wo sie wahrscheinlich durch eine unterirdische Destillation schon gereinigt wird. Man rechnet jährlich auf 100000 Ctr. Steinöl in der Umgegend von Baku." (Quenstedt.) Nach anderer Nachricht werden um Balachanu jährlich 250000 Pfund Naphtha gewonnen aus 70 Brunnen, die 70—80' tief in einen kalkigen Sandstein eingegraben sind. Das Gestein, schon nächst der Oberfläche weich u. bitumenhaltig, geht nach unten zu in feinen Sand u. von 25—30' Tiefe an in ein schwimmendes Gebirge über, aus welchem das Bitumen rasch in die Brunnen eindringt u. durch das miteintretende Brenngas in Bewegung gesetzt wird. Die Felsart hat angeblich durch die Naphtha (?) einen Theil ihrer kohlensauren Erden verloren.

Auch wird die Naphtha- oder Tschileken-Insel im Caspisee erwähnt, welche den Turkomannen jährlich 60000 Centner Naphtha liefert. Am Ural, in der Kirgisen- u. Chiwasteppe, am Aral-See u. in Sibirien findet man noch Erdöl. Zu Baragun in der Kalmückei unweit des Terek ist eine Naphtha-Qu. u. eine Therme.

Viele Naphthaquellen waren im Lande der Sodomiter nach der Bibel. **)

Bekanntlich heisst das todte Meer auch Asphaltsee. Schon Diodor bemerkt, dass darin jährlich eine grosse Menge Asphalt hervorkomme, die sich manchmal auf mehr als 300', zuweilen auch nur auf 200' erstrecke. „Die Leute wissen es schon 20 Tage zuvor, wenn sich das Erdpech ausscheidet; denn der Seegeruch verbreitet sich alsdann durch Winde in einen Umkreis von vielen Stadien, u. in der ganzen Gegend verliert alles Silber, Gold u. Kupfer seine natürliche Farbe; doch erhält es dieselbe wieder, wenn das Heraufquellen des Erdpechs aufgehört hat (?). Die hitzigen übelriechenden Dünste haben einen nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit der Einwohner in der Nachbarschaft, die deswegen auch kein hohes Alter erreichen." (Diodor II, 48.)

Eine Oelqu. in Cilicien zeigt Plinius an: „Polycletus explere olei vicem iuxta Solos Ciliciae fontem" (XXXI, 2). Bei Joppe in Syrien war ein Bitumenteich.

---

*) „Eine zweite Fabrik für Paraffingewinnung liegt auf der Insel Swätoi-Ostrow. Das Material, welches hier verarbeitet wird, ist Ozokerit, in der Volkssprache Naphthagil genannt, Erdwachs, welches aus Truchmenien zu Schiffe geholt wird. Der Ozokerit wird dort gegraben, durch Schmelzen über W. von dem beigemengten Sande gereinigt u. kommt in Blöcken von 2 Pfund in den Handel. Der Aufkauf des Ozokerit in Truchmenien ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden, weil die Truchmenier ein räuberisches Volk sind. Als Feuerungsmaterial dienen in dieser Fabrik die mächtigen Kirrschichten, die für Hunderte von Jahren ausreichen."

„Das hier erhaltene Photogen ist bedeutend schöner, als das deutsche. Das Paraffin ist ein durchaus anderes Produkt als das bei uns aus den Braunkohlen erhaltene. Vollständig gereinigt ist es ganz farb- u. geruchlos, hell durchscheinend, besitzt in grossen Tafeln einen fast metallischen Klang, schmilzt bei 63 Grad C., ist aber sehr spröde. In ungefähr zwei Monaten wurden hier 148½ Centner Paraffin fabricirt." (Unsere Tage, 1863.)

**) Hiob kannte wohl Oelquellen, als er sprach: „Der Fels goss Bäche des Oeles vor mir aus."

„Aquae bituminosae frequentes sunt in Persia et in Mediae peninsula Okresa (vid. E. Kaempferi Amoen. exot. f. II, rel. 2), quarum aliae naphtham albicantem, aliae petroleum aurei coloris, aliae petroleum nigrum largiuntur.“ (*Carthenser.) Bei Mosul u. am Tigris sollen viele Bitumenqu. sein (Niebuhr). In der Wüste am Tigris ist eine Therme, woraus wohlriechender „Mastix“ kommt (Büsching Geogr. V. 218). Am Tigris ist eine sehr ergiebige Qu., deren Oel sich in einen Fluss ergiesst (Malte-Brun III). In Persien ist besonders Schiras unweit der Ruine des alten Persepolis reich an Theer. Auch Susa u. Laar werden genannt (Jans Strusen Reissbeschreibung), u. Schuster bei Rum Hormuz am Südrände des Iranplateaus, in dessen Nähe Naphthaquellen u. Schwefelthermen sind. Am Berge Bactiari in der Gegend der Stadt Schuster, schwimmt talgartige weisse Naphtha auf dem W. (Fror. Notiz. XIII, 198). Das Erdpech am Euphrat wird von Strabo erwähnt (XVI). „Est apud Medos stagnum, cui ichorem nigrum supernatare dicunt, qui ubi igni admotus fuerit accenditur.“ Oribasius (nach Rufus) c. 3. Bekannt ist der Reichthum der Gegend von Babylon an Steinöl u. Erdpech. „Hodie circa Babyloniam sive Baghdaad ex subterraneis rivis, mediantibus fontibus valde profundis (naphtha) excipitur et quotidie fere ad centies mille libras exhausta ad alendam candelae flammam usurpatur, ut Kaempferus in Dec. obs. exot. §. 2 tanquam testis oculatus refert.“ (Valentini Hist. simpl. reform. 1716.) Einige der Naphthagruben des Paschaliks Bagdad sollen täglich 10—15 Centner schwarzer flüssiger Naphtha liefern. (Froriep's [alte] Notiz. No. 13.)

Zu Hit (Is bei Herodot, Aeipolis bei Isidor, Schat-el-Arab) im Euphratsysteme ist die schon von Herodot erwähnte Bitumenqu., welche mit dem süssen W. Asphaltstücke auswirft (Ritter), oder vielmehr mehrere Naphtha- u. Erdharz-Qu., von denen eine, 31° warme, ein „bittersüsses“, nach Schwefelammoniak (?) riechendes W. haben soll (Ainsworth). Eine Soolthermе mit brauner Naphtha springt zuweilen ½ Meter hoch auf. In der Nähe ist Cabaise mit einer Schwefelqu. von 35° (Ritter). Zwischen Hit u. Jubba sind Soolen von 31—36°7.

Naphthonia ist eine von ihren Naphthabrunnen so genannte Insel der Tartarey (Ritter's Erdkunde II).

Beim Irawaddi in Hinterindien sind viele Erdölqu., bis 68 M. tief, 31—32°,5 warm, mit hellem, flüssigem Oele. (Ritter's Erdk. IV, 1. Abth., 200.) Schon Plinius erwähnt eine indische Oelqu.: „Lycos in Indiae terris fontem esse, cuius aqua lucernae ardeant. Idem Ecbatanis traditur.“ (XXXI, c. 2.)

Am bengalischen Meerbusen sind wohl 500 Oelbrunnen. „Sehr bedeutend ist die Menge Erdöl, die im Birmanenreiche gewonnen wird. Die dortige geologische Formation besteht aus einem sandigen Lehm, der ein auf einem Kohlenflötz ruhendes Lager von Thon deckt. Das Oel ist in dem Thon enthalten. Durchbohrt man daher die obere Schicht u. gräbt man in den Thon einen Brunnen, so sammelt sich das Oel in demselben auf W. schwimmend an. In der Nähe des Ortes Jamanghoung am Flusse Irawaddi sind 520 solcher Brunnen vorhanden, die jährlich ungefähr 100 Millionen Quart Oel liefern. Die Birmanen verwenden das Oel zur Beleuchtung, zum Schutze des Holzes gegen Insecten, in der Medicin u. s. w.. Seit einer Reihe von Jahren kommt dieses Erdöl auch nach England, wo es in der Fabrik von Belmont zu Vauxhall verarbeitet wird. Die Schiffe, die das Erdöl aus Ostindien bringen, sind mit eisernen Bassins ausgerüstet. In London kommt die Tonne dieses Oeles auf 40 Pfund St., also 100 Quart auf 26 Thlr. zu stehen.“ (Unsere Tage, 1863.) Es wird ein Ort Reinan-khyaung genannt, wo jährlich etwa 800000 Centner Bergöl gewonnen werden. Erdöl findet sich auch in Pegu.

Eine wohlriechende Balsamquelle auf Sumatra wird erwähnt (Francisci Ost- u. westind. Lustgarten S. 1264). „Odore est gravi sed non fastidioso“ sagt Bontius (Meth. med. ind. 1629).

Erdölbrunnen sind im 8. Bezirke der Provinz Chen-si in China u. zwar auf den Gebirgen bei Yen-ngan-fu oder Jen-gan-fu. Man gebraucht das Oel zur Beleuchtung u. gegen Krätze. (Nachricht vom Jahre 1660.) Auch findet sich Erdöl bei der Stadt Hoaiking, Landschaft Honan u. am Berge Taj. (Francisci Ost- u. westind. Lustgart., Oviet. Hist. XIX, c. 2.)

Röthliches, als Leuchtmaterial benutztes Bergöl, soll in Japan vorkommen (Pansner Beitr. zur Mineral. des chines. Reichs).

Afrika scheint wenige Oelquellen zu besitzen. Am Berge Gonio in der Nähe von Karthago wird eine solche von Aristoteles (Mirab. c. 109) erwähnt; nach Plinius (XXXI. c. 2) war auch eine in Aethiopien. Douville fand unweit von Benguele eine reiche Qu. von Erdpech, welche (im Rückstande?) enthalten soll: Pflanzliches Oel 51, Schwefel 29, Säure 16% (ausser Verlust 4 %). (Acad. des scienc. 1831.)

Der vorzüglichste Schauplatz der Steinöl-Gewinnung ist aber seit wenigen Jahren Amerika geworden, u. zwar vorzüglich Nord-Amerika, während man früher nur wenige Orte kannte (z. B. beim Senecka-See in New-York), wo Steinöl vorkam.

„Die Oelregion erstreckt sich quer durch ganz Nordamerika, von der Bucht von Gaspa in Ost-Canada bis Houston in Texas in einer Breite von 43 bis 65 deutschen Meilen. Diese ganze Gegend wird von einer Hügelkette durchzogen, die unter verschiedenen Namen von den Niederungen der Mississippimündung sich durch Alabama, Georgien, Kentucky, Tennessee, Virginien, Ohio, Pennsylvanien, New-York, Vermont, New-Hampshire u. die Provinz Neu-Braunschweig erstreckt u. in den grössern Klippen von Ship-Head in der Bucht von Gaspa endigt. In der letztern quillt das Erdöl aus einem Sandsteinfelsen aus u. verbreitet sich bei ruhigem Wetter über einen grossen Theil des Meeres. In den Spalten dieser Klippe, wo das Oel zurückgehalten wird, erhärtet es, indem die leichten flüchtigen Theile durch Verdampfung verloren gehen.“ (Unsere Tage, 1863.)

Die natürlichste Folge der Entdeckung des Steinöls in den bezeichneten Regionen war eine unglaubliche Steigung des Bodenwerthes. Dort, wo vor Kurzem noch ein Acre Land um wenige Dollars zu haben war, wurde er im J. 1859 schon auf 1000 Dollars u. mehr gehalten, u. ausserdem behielt sich der Verkäufer noch einen Gewinnantheil vor. Viele arme Bauern sind so über Nacht reich geworden. Einzelne Qu. haben binnen 3 Monaten einen Reingewinn von 10000—14000 Dollars ergeben.

Es lässt sich denken, welche fieberhafte Aufregung durch das Kundwerden der glücklichen Erfolge entstand. Das „Oelfieber“ ergriff alle Stände. Tausende strömten in die plötzlich zum Californien gewordene Gegend.

Wie durch Zauber veränderte sich die Physiognomie des Landes. Sonst traf man hier nur einzelne ärmliche Farmen, u. die einzigen Fremden, die sich dahin verirrten, waren Holzfäller, die bei Hochwasser ihre Flosse nach new Alleghany hinabtreiben liessen. Mit dem Zufluss der Spekulanten aus allen Theilen der Union entfaltete sich in dieser sonst so friedlichen Gegend ein Leben wie einst auf den Goldfeldern Californiens. Ueberall sah man Zimmerleute thätig, um Hütten, Schuppen u. Niederlagen aufzurichten. Jetzt aber findet man längs der hauptsächlichen Flüsse zahlreiche feste Niederlassungen, Städte u. Dörfer, u. diese sind der Schauplatz des rührigsten Unternehmungsgeistes u. eines so geschäftigen Gewerbfleisses, wie man ihn nur in der nordamerikanischen Union kennt.

Im J. 1860 stieg die Zahl der Bohrlöcher in Pennsylvanien von 130 auf 1000; jetzt zählt man deren an 2000, von denen einzelne aber nur Wasser liefern. Die Bohrlöcher gehen 150—500′ tief u. reichen ins Steinkohlengebirge, woraus der gepresste Kohlenwasserstoff das Oel wohl 100 Fuss zuweilen emporschleudern soll. Die Bohrlöcher sind 2—4″ weit u. ein Brunnen von 100—200′ Tiefe kostet nicht über 300—600 Dollars.

Durch diese Brunnen wurde nun eine unglaubliche Menge Oel gewonnen. Man schätzte die Produktion in Pennsylvanien, der Eine auf 500 000 Fass, der Andere auf 9000 K.M. jährlich; oder fürs Jahr 1860 schon auf 45000 K.M.. Ende März 1862 sollen 128000 Centner nach Europa unterwegs gewesen sein u. die Gesammtausfuhr fast 29000 K.M. betragen haben u. im ersten Halbjahre 1862 315 000 Centner nach Europa verschifft worden sein.*) Bereits sind die Wallfischfänger in

---

*) In den nordamerikanischen Hafenstädten soll die Gallone Steinöl mit 20—22 Cents (8,55—8,64 Ngr.), das Pfund 1,16—1,28 Ngr., bezahlt werden. In London ist der Preis pro Tonne 13—14 Pfund St., das sind 4,26—4,59 Thlr. pro Zollzentner. In Liverpool soll die Gallone (7,36 Pfund) mit 1—1½ Schilling, also das Pfund mit 1,35—2,03 Ngr. bezahlt werden. In Leipzig kostet das Pfund amerikanisches Erdöl 4½ Neugr..

den Neu-England-Staaten besorgt geworden, dass ihnen im Steinöl eine gefährliche Concurrenz erwachse; in den vereinigten Staaten wird nämlich meist gereinigter Wallfischthran statt des vegetabilischen Oeles gebraucht.

Dieser grosse Ertrag der Oelgewinnung erklärt sich, wenn man von der Ergiebigkeit einzelner Quellen hört. Ein 70′ tiefes Bohrloch in Crawford County gab täglich 2,7, ein anderes in Chereytree Township 3,6 K.M. Oel. Eine 71′ tiefe Bohrqu. zu Titusville in Pennsylvanien lieferte anfangs 1,8 K.M. Oel täglich. Andere Qu. sollen 2,2—13 K.M. täglich geben; einzelne 18 K.M., oder gar fast 73 K.M.. Eine Qu. bei Franklin gab anfangs binnen wenigen Stunden 32 Fass, eine in Mercey County 90—120 Fass per Tag. In Canada sind, wie unten bemerkt wird, Brunnen, die täglich 10—50 Fass liefern. Eine einzige Qu. in Pennsylvanien soll 1860 22119 Barrels (d. i. à 60 Litre 1300 K.M.) versendet haben.

In der Nähe von Pittsburg ergeben mehrere Qu. genug Oel um zwei grosse Raffinerien in Betrieb zu erhalten. Bei Petroleum im nordwestlichen Virginien sind 30 Qu. im Betriebe, die bis zu 200 Fass per Tag ergeben.

„Ein furchtbarer Oelbrand. Zu Tidione in Pennsylvanien fand kürzlich, während ein Schacht zur Gewinnung von Bergöl gebohrt wurde, plötzlich ein so heftiger Ausbruch des Oeles statt, dass sich das Oel im Verhältniss von 70 Tonnen per Stunde ergoss u. der Oelstrom auf 41 Fuss über dem Boden stieg. Ueber dieser Oelmasse erhob sich das Gas oder Benzin in einer dichten Wolke von 50 bis 60 Fuss. Sogleich wurden alle Feuer in der Nachbarschaft ausgelöscht, mit Ausnahme eines einzigen, welches in einer Entfernung von etwa 400 Klaftern brannte. Dieses Feuer entzündete dennoch das flüchtige Gas u. in einem Augenblick stand die ganze Luft in hell lodernden Flammen. Sobald das Gas Feuer gefangen hatte, stand auch die Spitze des aufquellenden Oelstromes in hellem Feuer u. das siedende Oel fiel wie das W. einer Fontaine über einen Raum von 100 Fuss im Durchmesser in tausend brennenden Tropfen wie in eben so vielen Feuerkugeln zischend herab. Sogleich stand auch der Boden in Flammen, die mit rasender Schnelligkeit zunahmen u. durch das herabfallende Oel fortwährend vermehrt wurden. Eine Scene unbeschreiblichen Schreckens erfolgte. Die Leute wurden zu Dutzenden auf eine Entfernung von 20 Fuss niedergeworfen, während Viele, schrecklich verbrannt, in ihrer Todesangst schreiend u. kreischend, aus der flammenden Hölle des Unglückes stürzten. Gerade inmitten des Flammenkreises sah man vier menschliche Körper im kochenden Oele sieden; einen Mann, der eben einen Graben auswarf, um das Oel in einen tieferen Theil des Bodens zu leiten, sah man, wie er während des Grabens über den Stiel seines Spatens fiel u. von dem wüthenden Elemente gebraten wurde.“

„Ein Herr R., der einen bedeutenden Antheil an den Oelbrunnen dieser Gegend hatte, u. daraus ein tägliches Einkommen von 1000 Dollars bezog, stand im Augenblicke der Explosion gerade nahe an der neuen Bohrung u. wurde auf eine Entfernung von 20 Fuss weggeschleudert. Er raffte sich auf u. lief noch 10 bis 15 Fuss weiter, wo er dann von zwei Arbeitern in Empfang genommen u. in eine entfernter liegende Bretterhütte getragen wurde. Als er dort niedergelegt wurde, war ausser seinen Strümpfen u. Stiefeln keine Spur einer Bekleidung auf seinem Leibe zu sehen. Seine Haare, die Nägel seiner Finger, die Ohren u. Augenlieder waren weggebrannt, während die Augäpfel zu einem Nichts zusammengeschrumpft waren. In diesem Zustande lebte er noch 9 Stunden. Herr R. hatte sogleich nach einem Notar geschickt u. sein Testament gemacht, worin er den Armen der Gegend 50000 Dollars u. den beiden Arbeitern jedem 200 Dollars vermachte. Er starb jedoch, ehe er seinen letzten Willen unterzeichnen konnte.“

„Noch sechs andere Personen wurden getödtet, deren Namen unbekannt sind. Ferner sah man Skelete von fünf Anderen im Flammenkreise glühen, u. eben so viele Personen werden vermisst, welche Fremde sind, die gekommen waren, um die Einrichtung u. die Arbeiten der Oelbrunnen zu sehen. Man glaubt, dass noch eine Anzahl anderer Menschen dicht an der Mündung der Bohrung zu Asche verbrannt wurden. Etliche dreissig Personen wurden schwer, viele leichter verletzt.“

„Während der Explosion fing in der Nachbarschaft bis auf eine Entfernung von 900 bis 1000 Fuss Alles Feuer, u. Bretterhütten, Maschinen- u. Wohnhäuser standen in hellen Flammen. In einer Entfernung von mehr als 1200 Fuss zersprang zugleich

der Dampfkessel in Dobb's Brunnen mit einem fürchterlichen Gekrache, wodurch der Ingenieur sogleich getödtet u. das Entsetzen des Abends auf schreckliche Weise vermehrt wurde. Zu dieser Zeit brannte die ganze Luft lichterloh. Der in einer Höhe von 40 Fuss aufspringende Oelstrom war eine helle Feuersäule, über welcher das aufblitzende, explodirende, flammende Gas gegen den Himmel brannte u. die Wolken mit feurigen Zungen zu lecken schien. Während dieses schrecklichen Brandes war das Getöse der Explosionen u. des Feuers so fürchterlich, dass man es nur mit dem Brausen eines Orkanes oder eines im Walde rasenden Sturmes vergleichen konnte."

„Die Hitze des Brandes war so heftig, dass sich Niemand auf 150 Schritte nähern konnte, ohne sich Kleider u. Haut zu versengen. Es war das schrecklichste u. doch grossartigste pyrotechnische Schauspiel, dessen menschliche Wesen je Zeugen waren. Freitags Morgens strömte das Oel noch immer aus, u. lieferte stündlich wenigstens 100 Tonnen, die eine ungeheure brennende Fläche bedeckten. Der Verlust der Eigenthümer wird auf 20 bis 25000 Dollars täglich geschätzt. Keine menschliche Macht vermag den Brand zu löschen, u. das Oel muss brennen, bis der Brunnen erschöpft ist. Aber keine Feder vermag die grässliche Schönheit zu beschreiben, keine Zunge die Grossartigkeit des Unglücks zu schildern." (Zeitungsnachricht.)

In Virginien hat man schon längst bemerkt, dass mit den Salzqu. am grossen Kannawahflusse zugleich eine geringe Menge Steinöl zu Tage kam. In der Gegend zwischen diesem Flusse u. dem Oel Creek (Oelbach) in Pennsylvanien wurden zahlreiche u. ergiebige Oelqu. erbohrt u. ebenso am kleinen Kannawah u. seinen Zuflüssen. Eine derselben, the running Spring, übertraf gar die ergiebigste in ganz Pennsylvanien. Auch in Ohio hat man mehrere Oelqu. entdeckt, doch liefern sie meistens schweres Oel, das in einzelnen Fällen sogar theerartig ist. Die Oelqu. in Kentucky sind gleichfalls von verschiedener Beschaffenheit. Bei Burksville in Kentucky ist ein 200′ tiefer Oelbrunnen. Weiter hat man dergleichen Oelqu. in Georgien, in den Thälern von Tennessee in Lawrency County in Alabama u. im nördlichen Theile von Louisiana entdeckt.

Im obern Theile von Canada, in der Gegend von Toronto, ungefähr 4 geogr. Meilen von der Station Wyoming an dem Great Western of Canada Railway hat man zahlreiche u. ergiebige Oelqu. entdeckt.

Ueber den Erdöldistrikt in Canada steht ein Aufsatz im „Ausland" (13. Okt. 1861), dem ich Folgendes entnehme. „Ich fuhr mit der Eisenbahn nach Woyming, dem Ort, wo man für Black Creek aussteigen muss, wie Jeder sich selbst zu sagen vermöchte, der mit Geruchssinn begabt ist. Den eigenthümlichen Geruch des Oels, das hier in grossen Massen gelagert ist.... bemerkt man, besonders wenn der Wind danach ist, schon in einer Entfernung von 1—2 Meilen.... Die rasche Bedeutung, welche dieser Ort gewonnen, ist erstaunlich. Man legt einen Bohlenweg von Woyming nach Black Creek." .... (Vf. fuhr nach Petrolia). „Etwa ½ Meile westlich liegen die als Kelly Wells bekannten Brunnen, die zu einer Zeit grosse Aufmerksamkeit erregten. Es befinden sich hier etwa ein Dutzend Brunnen, die leidliche Ausbeute liefern. Man hat eine Raffinerie für 10000 Dollars erbaut u. beginnt eben jetzt darin zu arbeiten.... Der Ort Black Creek liegt etwa 12 Meilen von Woyming, 24 von Sarnia, in der Grafschaft Lambton. Ich fand, dass der Oeldistrikt sich nur auf einen kleinen Strich beschränke.... Black Creek ist das reichhaltigste Terrain, das man bisher in Canada entdeckt hat, u. nach den besten Autoritäten das reichhaltigste in Amerika. Indem ich an den Ufern des Stromes entlang wanderte, kam ich alle Augenblicke zu einem Brunnen. Da gibt es oberflächliche Brunnen, so genannt, weil sie nur bis auf den Felsen gehen. Einige derselben füllen sich, wenn man noch einige Fuss von dem Felsen ab ist, rasch mit Oel, das mit grossem Getöse von dem Gase aus der losen Kiesschicht über den Felsen hervordringt. Ich habe gesehen, dass 50′ tiefe u. 5 Quadratfuss breite Brunnen sich bis an den Rand mit Oel füllten, ja sogar überliefen, so dass Hunderte von Fässern verloren gingen.... Das Oel aus diesen Brunnen ist dicker u. weniger rein als das der Felsenbrunnen, doch sagte mir ein Raffineur, obschon schwieriger zu deodorisiren u. zu raffiniren als das Felsenöl, gebe es doch dann das beste Oel...,

Bei den Felsenbrunnen wendet man gewöhnlich den Erdbohrer an u. erreicht in einer Tiefe von 40—70′ den Felsen.... Der Charakter des Felsens scheint bei jedem Brunnen verschieden zu sein. Gewöhnlich ist es Seifenstein mit Schichten von Schieferthon. Auch finden sich Schichten von Sandstein u. Kiesel.... Gewöhnlich findet man in verschiedener Tiefe das Oel in dem Seifenstein....“ Es gab Hunderte von Brunnen u. Hunderte von Männern waren mit der Arbeit beschäftigt.... Grosse Kübel u. Cisternen enthielten das Oel, einige je 1000 Fass; die grössten sind gewaltige Gruben.... Verf. hat Brunnen gesehen, die Tag für Tag 10—50 Fass Oel lieferten. Nach einer andern Nachricht erreicht man in 40—60′ Tiefe den Felsen u. bohrt noch 38—65′ tief in den Felsen. Die Anlage der Schächte wird in Accord ausgeführt für $2^1/_2$ Dollars der Fuss; für das Bohren wird noch etwas weniger gezahlt. Die ganze Anlage, die in einem Monate fertig ist, kostet mit Pumpe u. Reservoir etwa 650 Thlr.. Mit einer Handpumpe lässt sich der Brunnen täglich entleeren.

Nach den neuesten Nachrichten gewinnt man in Canada jährlich 400000 Tonnen Erdöl, doch will man die Produktion wöchentlich bis auf 10000 Tonnen steigern.

In den Küstengebirgen des südlichen Californiens befinden sich zahlreiche Stellen, an welchen Erdpech aus dem Boden quillt u., durch die Sonnengluth in halbflüssigen Zustand versetzt, sich über bedeutende Flächen ausbreitet. Ganze Ströme dieses Erdpechs lagern in der kältern Jahreszeit verhärtet von den Abhängen der Gebirge bis in's Meer hinein; in der heissen Jahreszeit dagegen setzen sie, durch Naphthaquellen in den Spalten der Küstengebirge genährt, ihren kaum merklichen Lauf fort. Man kann oft ganze Massen dieses Bitumens in jenen Breiten auf dem Meere umherschwimmen sehen. (*Westermann's Monatsh. 1861.) Auf einer der Barbara-Inseln bei Californien ist eine Erdpechqu. (Ausland 1843, 599).

Längst bekannt sind die Oelqu. auf St. Helena bei Peru, auf Cuba, Barbados u. Trinidad. Die Naphtha von Barbados ist röthlich, grün oder schwärzlich u. syrupdick, sie fliesst aus vielen Bergritzen. Aus einer trockenen Höhlung strömt brennbares Gas, welches sich durch das hineingegossene W. durchpresst (Ausland 1848, 881).

Die Hauptfrage, die noch zu lösen bleibt, ist: ob die amerikanischen Oelqu. stetig fliessen oder sich erschöpfen werden. Bis jetzt ist noch keine versiegt, wenn auch manche schwächer rinnen als im Anfang. Ist das Oel nur in Folge jahrhundertelanger chemischer Aktion in Lücken u. Spalten der verschiedenen Erdgeschiebe angesammelt worden, so spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die einzelnen Qu. früher oder später zu fliessen aufhören werden. Allein bei der grossen Ausdehnung der Gegend, in welcher sich die gleiche Formation vorfindet, ist anzunehmen, dass man noch auf lange Zeit die etwa versiegenden Qu. durch neue Bohrungen wird ersetzen können.

Frisch erbohrte Oelquellen fliessen freilich anfangs öfters reichlicher als später. Eine unlängst bei Farrell Farm im Bezirke Verango in Pennsylvanien entdeckte Qu. gab anfangs, wobei das Oel bis zu einer Höhe von 50′ emporstieg, per Tag 2000 Fass, welche Quantität später auf 1200 Fass zurückging.

Vom Quirinusöl in Tegernsee erhielt man früher 30—40 Maass jährlich, jetzt nur ein Drittel davon. Die Qu. von Gabian lieferte bis zum J. 1776 jährlich 16 Centner, später nur noch 2 Ctnr.. Die reichste Qu. vom Monte Gibio gab im J. 1698 nur 12 Pfund wöchentlich; nach Baccius gab sie kaum 8 Pfund täglich, vor seiner Zeit aber noch 40. Bei kärglich fliessenden Qu. ist also eine Abnahme wohl merklich.

Andererseits kennt man Qu., die schon zu Herodots Zeiten u. früher flossen. Man gewann zu Babylon Asphalt aus Steinöl von Es am Euphrat, wie noch heutzutage. Schon Diodor bemerkt von einer Asphaltqu.: „Während eine unzählbare Menge das Erdpech aus der reichen Qu. schöpft, bleibt der Vorrath immer gleich gross.“ (II, 12.)

In der Ergiebigkeit sind die Oelquellen zuweilen von der Witterung oder von unterirdischen Einflüssen abhängig. Eine Qu. in Indien gab das Oel reichlich bei klarer Luft nach Theophrast. Bei düsterm oder stürmischem Wetter gerathen die Naphthaquellen bei Baku in das heftigste Sieden u. entzünden sich oft von

selbst (?, durch Zumischung von Phosphorwasserstoff?), während sie bei heiterm Himmel nicht viel mehr als 3′ (Zoll?) aufwallen. (*Trommsdorff's Journ. 1821.) Nach Kircher's Angabe war in den Phlegräischen Feldern bei Neapel eine Pechpfütze, die das W. 8—10′ hoch warf, zuweilen aber, wenn das Meer tobte, 16—24 Palmen hoch (Mund. subterr. ed. 3, 1778).

Zusammenhang des Erdöls mit Soolwässern. Das Erdöl steigt zuweilen in der Nähe von Salzsee'n oder im Meere auf, oft findet es sich in Begleitung von Salsen, u. steht sehr häufig mit Kochsalzlagern in Verbindung. Es schwimmt öfters auf bald kalten, bald warmen oder heissen Salzsoolen. Namentlich ist es in England häufig mit Soolquellen verbunden. Im Gebiete der grossen nordamerikanischen Salzformation liefern die meisten Bohrbrunnen mit der Soole nicht nur eine Menge Kohlenwasserstoff, sondern auch viele derselben zugleich Naphtha. Dies ist z. B. der Fall im Hockhocking-Thale in Ohio, im Kenawha-Thale in Virginien, wo auch mitten im Zug der Salinen eine starke Brennquelle vorkommt, ferner im Thale u. in fast allen Nebenthälern des Kentucky-river in Kentucky; dagegen sollen die Soolbrunnen von Pittsburg u. die im Kiskiminitas-Thale in Pennsylvanien kein Bergöl, sondern nur Kohlenwasserstoffgas liefern. Im Allgemeinen gibt sich aber doch auch hier dieselbe merkwürdige Vereinigung von Kochsalz, Kohlenwasserstoff u. Bergöl zu erkennen. (Hildreth in Amer. Journ. of science vol. 29. 1835.) Am Kaspi-See fanden wir gleichfalls dieselbe Trippel-Allianz. Auf der naphtha-reichen Insel Tschelekin lagert viel Steinsalz. Unweit der Ateschgah auf Abscheron sind Naphthaquellen, deren braunes bitteres Wasser oft mit Salz gesättigt ist. In der Halbinsel Araya, in der südamerikanischen Provinz Carracas, beobachtete v. Humboldt eine aus Glimmerschiefer entspringende reichliche Qu. von Bergöl. Aus dieser Gebirgsart brach auch während des Erdbebens, welches Cumana im J. 1797 zerrüttete, eine bedeutende Menge von Salzwasser mit Asphalt vermischt hervor. (Breislak Geol. III, 48.) v. Humboldt u. Bonpland sagen: „Wir haben bereits bemerkt, dass der Salzthon von Araya festes u. zerreibliches Bergöl enthalte. Diese Beziehung zwischen der salzsauren Sode u. den Erdharzen offenbart sich überall, wo Steinsalz oder Salzquellen vorkommen." Der Pechbrunnen in der Auvergne gibt mit einer bedeutenden Menge Bitumen ein sehr stark Kochsalzhaltiges Wasser.

Zuweilen kommt das Erdöl mit warmen Wässern herauf, z. B. zu Lintzi im Peloponnes, auf der Insel Cho, wo es eine 52° warme Schwefelqu. begleitet. Andere Beispiele sind oben erwähnt worden.

Die Temperatur des Erdöls, wo es nicht mit Thermen verbunden ist, übertrifft meistens nicht merklich die der Luft. Am Irawaddi ist es lauwarm. Wie bei den meisten Sauerwässern kann es auch hier auffallen, dass ein Stoff, der so oft mit vulkanischen Erscheinungen verbunden ist, nicht häufiger warm erscheint.

Gleich den Thermen gehören die Oelquellen wohl öfters Spaltungsthälern an. Am Monte Gibio (Mons Zibinium), 12 Meilen von Modena, an der Schianca, wo 3 Oelquellen mit weisslichem W. u. braunem oder schwärzlichem Oel aus dem Felsen dringen, ist das Thal enge wie gespalten. 500 Schritte davon ist eine Salse auf einem Hügel in einer kleinen Ebene, nämlich ein Krater von 3 Ellen Durchmesser, worin ein schwefeliger bituminöser Teich kocht. Zuweilen brechen Flammen u. Steine daraus hervor. Plinius erwähnt schon die Feuerausbrüche im Modenesischen (II, c. 103) u. nach dem Zeugnisse vieler Augenzeugen eines Zusammenstosses(?) u. des Auseinanderweichens der dortigen Berge unter Erscheinen von Flammen u. Rauch (c. 83). Auch Baccius berichtet von einer Flammen-Eruption. „Cuius exitii, ut frequenter accidit, non contemnendum hac nostra aetate vidimus exemplum. Quippe anno hinc trigesimo, ex naturae sponte, portentosum id genus incendium accidit apud montem Gibium, qui cavernosus admodum est et plenus bituminis. Nam praegressis aliquamdiu intra cavernas mugitibus, ac terrae motibus in tota ea regione frequentibus, tandem flamma dirupto summi collis hiatu, Aetnae instar plures dies exarsit, donec consumpta incendii materia, eiecti cinerum ac terrarum et lapidum globi, alium iuxta fecere collem, qui extat priore deleto ac absumpto in flammis." Ich weiss nicht, ob das W. warm ist, sonst müssen doch Thermen in der Nähe gewesen sein, denn Frassonus, Zeitgenosse von Ramazzini, schrieb: De

thermis montis Gibii. Am Monte Festini ist das aufwallende W. der Oelquellen kalt u. gesalzen. 14 Meilen nach Modena zu ist Le Bombe, ein weiter, mit bituminöser Materie gefüllter Krater, der zuweilen explodirt. (Nach *Ramazzini.)

Erdbeben fördern öfters Erdöl herauf. Das auf der Oberfläche der Schwefelthermen zu Lintzi im Peloponnes sich ansammelnde Steinöl soll sich theils vor, besonders aber nach Erdstössen ansammeln u. vor mehreren Jahren soll nach einem Erdbeben eine grosse Menge Oel aus mehreren Oeffnungen emporgesprudelt sein. (*Landerer.) Es ist allgemeiner Glaube in Zante, dass zur Zeit von Erdbeben sich der Zufluss von Erdpech in den dortigen Pechquellen, welche — wenigstens wenn sie beim Graben neu entstehen — (durch Gasdruck?) sprudeln, sich vermehre. Die Aquas calientes im Süden des Rio Azul in Columbien stiessen während des grossen Erdbebens von Cumana Schwefel-W. u. zähes Erdpech aus (Humboldt u. Bonpland). Bei dem Erdbeben von 1766 soll am Golfe von Cariaco in Südamerika ein zäher, in Bergöl gehüllter Asphalt aus der Erdtiefe hervorgekommen sein.

Mehrfach haben wir schon im Verfolg des Vorhergehenden den innigen Zusammenhang von Erdöl u. Kohlenwasserstoff-Ausströmungen gesehen. Zu Truskawec in Galizien ist eine periodisch mit sehr vielem Kohlenwasserstoff armdick hervorkommende Oelquelle. Wenn aus Naphthabrunnen zuweilen Feuersäulen ausbrechen*), die weit umher Schrecken verbreiten (Humboldt Kosmos IV, 267), so darf man diese Feuererscheinung aus unterirdisch entzündetem Kohlenwasserstoff ableiten. Dieselbe Gasart ist wohl meistens bei den Explosionen der Oelbrunnen im Spiele. Der 60 Meter tiefe Brunnen zu Burksville machte in 6 Jahren 2 Ausbrüche, wovon der letzte 6 Wochen dauerte; dann kam mit dem Strahle Bergöl u. Soole hervor. In Little Muskingum, 19 Kilom. von Marietta. hat man in der Tiefe von 122′ Soole erbohrt, die Gasausbrüchen unterworfen ist, welche mit dem Soolwasser Steinöl emporschleudern. Schon bei Diodor (II, 12) finde ich das Nebeneinander von Oelquellen u. Gas-Emanationen erwähnt. „Nicht weit von der Erdpechqu. ist eine andere von geringem Umfang, aber von ganz besonderer Wirkung. Es steigt ein dichter Schwefeldampf aus derselben auf, u. jedes lebendige Wesen, das sich nähert, stirbt in kurzer Zeit unter wundersamen Zufällen. Es erstickt durch langes Zurückhalten des Athems, wie wenn eine eigene Macht die Luftwege verschlösse, der Leib schwillt sogleich an u. wird vom Brande ergriffen, besonders in der Gegend der Lungen.“ Welches Gas diese Quelle aushauchte, lässt sich aus seinen Worten nicht ersehen, wenn er das Gas auch als Schwefeldampf bezeichnet.

Bei den Bohrversuchen in Pennsylvanien dienten die Abflüsse aus den Kohlenfeldern, die man sammelte, wo sich dann das Oel absonderte, als Anhaltspunkte. Die Anlage eines Brunnens bestimmte das gleichzeitig aus dem Erdinnern entweichende Kohlenwasserstoffgas, das in den Bächen in Blasen aufstieg. Man verfolgte die Wasserläufe stromaufwärts, u. in der Nähe der Stellen, wo die meisten Gasblasen sich zeigten, setzte man den Erdbohrer an. In manchen Teichen stiegen die Gasblasen so zahlreich empor, dass das W. darin zu sieden schien, wie in einem Kessel.

Ueberhaupt hängen die ergiebigen Steinölquellen, welche man in einem 5—10 geogr. Meilen breiten Gürtel findet, dessen mittlere Linie man sich von Buffalo im Staate New-York nach Pikesville in Alabama gezogen denken mag, mit einer Störung der in 150—250′ Tiefe liegenden Steinkohlenschichten durch gegenlaufende Sandstein- u. Schiefergebilde zusammen, wobei sich das Oel in den entstandenen Lücken angesammelt hat.

Nicht überall ist aber der Zusammenhang von Steinöl mit den Kohlenlagern nachgewiesen. In Canada ersetzt es eben die Kohlen, die hier fehlen, bei der Produktion des Leuchtgases. Mehrere Städte in Canada sind mit Gas aus Steinöl beleuchtet; aus 23,3 pr. Quart rohen Oel erhält man 1000 K.F. Leuchtgas, die mit

---

*) Nach Plinius brannte das Nymphäum zu Apollonia zu Zeiten; die Flamme wurde bei Regenwetter vermehrt u. brachte Bitumen u. ein ungeniessbares W. hervor. Nach Strabo war das bituminöse W., welches aus dem feuerspeienden Felsen kam, lau. Von brennenden Feldern auf Zante spricht Strabo.

1 Dollar bezahlt werden. Auch benutzt man in Canada die schwerflüchtigen Bestandtheile des Oeles zum Heizen der Dampfkessel.

Wie Breislak mit vielen Beispielen darthut, ist das Erdöl besonders in solchen Gegenden häufig, welche ehedem durch Vulkane zerrüttet wurden, wie auch in solchen, die noch jetzt der Schauplatz ihrer Zerstörungen sind. In der Landschaft Latium trifft man den Asphalt in grosser Menge an (Spadoni). Eine Bergölquelle findet sich am Fusse des Vesuvs.

Die schon im Alterthume erwähnten bituminösen Qu. von Bajä wurden mit den andern dortigen Qu. durch eine vulkanische Eruption zerstört. „Fontes sunt, qui naturalem suscipiunt in venis suis mistionem ex aliquo vapore vel vestigio duntaxat bituminis. Quo in censu nonnullae in Baianis referendae sunt, et in aliis historiis, quae scilicet non exacte bituminosae nec crassae emanant, sed dilutae duntaxat eo unguine videntur et cum nidore vel vestigio bituminis, unde nec abhorreantur in potibus ... (alio loco). Erant in Baianis Petrolei nomine permultae aquarum scatebrae, quae, ut Tripergulanae, Solis et Lunae et Ciceronis aliqua balnea, sub recenti incendio submersae iacent.“ (Baccius.)*) — Im Val de Noto in Sicilien, einer durch Vulkane gänzlich umgeänderten Gegend, in welcher der grösste Vulkan Europas seit undenklichen Zeiten seine Thätigkeit äussert, kommt Bergöl sehr häufig vor. Plinius redet von dem Bergöl, dessen sich die Einwohner von Agrigent statt Lampenöls bedienten (XXXV, c. 15). Jetzt ist nur noch eine Qu. dort im Garten der h. Anna; die andern haben verschiedene Richtungen genommen u. einige befinden sich in solchen Gegenden, wo sie die Alten nicht erwähnen (Ferrara). Bekannt sind die beiden Gegenden in Sicilien, Petralia soprana u. sottana, welche von dem Bergöl, das dort in kleinen Bächen, entweder allein oder mit W. gemischt, fliesst, ihren Namen empfingen. Es sollen hier Oelquellen u. eine Vitriolqu. sein (Frorieps [alte] Not. No. 155). In der Campagna di Bivona schwimmt auf vielen Quellen Bergöl; es findet sich zu Mistretta, Savoca bei Lionforte etc.. Bekannt ist der Naftia-See, auf dem Bergöl schwimmt, dessen Geruch sich weithin verbreitet: der fabelreiche lacus Palicorum der Alten. (Ferrara's Abhdl. 1805.) — Im vulkanischen Departement Puy-de-Dôme sind bituminöse Stoffe sehr häufig. Auf dem Wege von Clermont nach Montferrand ist eine Qu., die im Sommer stinkendes Bitumen liefert. Besonders zu beachten ist im Dep. Hérault das gleichzeitige Vorkommen vulkanischer Substanzen mit Quellen von Bergöl u. kleinen Seeen von Salzwasser. — Nach Marsden sind auf Sumatra Oelquellen häufig. Eine Oelqu. in der Nähe von Bimsstein auf Java erwähnt la Billardière. — In der Umgebung des Kamtschatka-Flusses, einer noch jetzt von Vulkanen beunruhigten Gegend gibt es ganze Bezirke voll rauchender Berge u. Bäche u. Quellen von heissem W., auf denen Bergöl schwimmt. (Dieterich in Journ. de phys. XVIII.) — Auch die Antillen zeigen wieder die Zusammengehörigkeit von Vulkanismus u. Erdöl. Der Erdpechsee, welcher auf der Südwestseite der Insel Trinidad liegt, ist etwa ½ Stunde lang u. breit u. enthält Erdpech, das am Rande hart, aber nach der Mitte zu warm u. weich ist. Die Wärme des Pechs u. des W. wird auf 35° C., die der Gasströme auf 36° angegeben. Sonderbarer Weise sollen aber im W. des See's zahlreiche, 10—12″ lange Fische

*) Im Sienesischen wurde zu Baccii Zeiten am Berge Fullonicum eine Oelqu. gefunden. Mehrere Orte sind nach dem Petroleum benannt. „Est in Senensi ad viam maritimam Petroium vulgo castellum, ubi Petrolei scatebra, non adeo abundans. Et non longe sub Bocca strata, ubi nigrum scatet ac admistum lapillis, picem dicunt navalem pro odoris similitudine, et necans vermes. Nec dissimilis altera aquae borrae sub Viterbio est, quae non procul a fonte aquae Grottae percelebri, calore ad tactum et essentia temperata est, unde et a Petroleo id balneum appellant, vel Balneolum. Extat in Picenis Petroleum oppidum.... Indigenae veluti per manus traditum referunt, fontes olei quondam in eo agro scaturisse. Sunt autem hodie perexiguae venae, quae ad clivum colliculi unde corrivantur, in manufactis lacunis emanant, nidorosi odoris, siccae ac salsulae ad gustum, et tepentis caloris .... (alio loco:) Syncerum emanat oleum ad Aternum amnem, quem Peligni s. Abrutii Pescaram hodie appellant atque oleum de Tocca nomine oppidi vocant, temporalis tamen scaturiginis et paucae.“

leben. Wenige Meilen vom See sind viele Petroleumqu. u. Kohlen, auf der Halbinsel Point du Cac mehrere Schlammvulkane, deren grösster 150′ Durchmesser hat. Auch werden mehrere vulkanische Schwefelthermen erwähnt. (Froriep's [alte] Notiz. 792.)

Die frischen Schlacken, von welchen die Laven bedeckt werden, haben nach Dolomieu sehr häufig nicht unzweideutige Spuren von Bergöl. Dasselbe sagt Serrao von den Laven, die der Vesuv 1787 auswarf. Humboldt hatte mit seinen Begleitern den Geruch des Bergöls, als sie von einer Dampfwolke des Vesuvs eingehüllt waren. Ferrara versichert, am Aetna häufig unterirdisches Bergöl an den Spalten bei den neuen Ausbruchsmündungen beobachtet, u. auch manchmal am Rande des Kraters frische Schlacken, die mit Bergöl überzogen gewesen, gesammelt zu haben u. erwähnt einiger Laven, die in ihren Höhlungen Tropfen einer dunkelbraunen, sehr stark riechenden Naphtha enthielten. Beim Vulkanausbruche auf der Insel Santorin 1707 verbreitete sich Bergöl auf dem Meere umher.

Bergmann u. später Breislak glaubten sogar im Bergöl die Nahrung des vulkanischen Feuers gefunden zu haben.

Auf der Halbinsel Araya fliesst die Naphtha aus dem primitiven Felsen selbst, u. „diese Erscheinung" sagen v. Humboldt u. Bonpland „erhält eine neue Wichtigkeit, wenn man sich erinnert, dass dieser nämliche primitive Boden die unterirdischen Feuer einschliesst, dass man am Rande entzündeter Krater von Zeit zu Zeit den Geruch nach Bergöl empfindet u. dass die meisten Quellen Amerikas aus Gneiss u. Glimmerschiefer hervorkommen."

Vorkommen in den Gesteinen. Nicht selten enthalten die vulkanischen Gesteine selbst Erdöl. Viele Schwefel enthalten es, auch in manchen Laven hat man Spuren davon angetroffen. In der Auvergne bei Clermont schwitzt der mehrere Jahrtausende ausgeworfene vulkanische Tuff Erdöl aus; ähnlich macht's eine Lava des Aetna. Tropfen Naphtha fand v. Waltershausen in einem Basalte am Aetna. Lavaausbrüche, z. B. der des Aetna vom J. 1838, riechen zuweilen nach Naphtha. (*Leonhard's Jahrb. 1853, 273.) Erdharz findet sich in manchen Augiten, Feldspathen u. Hornblenden, selbst Basalt lieferte bei der Destillation bituminöses Wasser u. Spuren eines brennbaren Gases, welches von einem ähnlichen Stoffe herstammen muss. (*Knop in Annal. d. Chem. XXV.) Bei der Zersetzung der Glimmer hat man bituminöses W., Ammoniakspuren u. brennzliche Produkte mehrmals erhalten. Bei der Verarbeitung des Lithionglimmers zur Bereitung künstlicher M.W. sind diese organische Stoffe sehr hinderlich. Vorzüglich sind aber manche Schiefer u. Kalke mit Erdharz getränkt. Auch vermodernde vegetabilische Stoffe, wie Braunkohlen u. Torfe oder mit abgestorbenen Pflanzen untermischter Schlamm, können mannigfaltige, harzige, ölige oder wachsartige Substanzen enthalten. In Braunkohlen findet man ausser fettem Oel auch Steinöl. Braunkohlen, die Reichenbach prüfte, enthielten 0,3 % Steinöl. (Schweigger's Journ. 69. B., 135.) Ein von Schafhäutl untersuchter salzhaltiger Thon hatte 2,35 % Bitumen.

Herkunft des Erdöls. Man hält das Erd- u. Steinöl gewöhnlich für ein Produkt der trockenen Destillation von Stein- oder Braunkohlen, u. Erdölquellen gelten als untrügliche Anzeigen von Steinkohlen. Reichenbach fand in Steinkohlen $^1/_{3000}$ ihres Gewichts Oel; das Oel stimmte mit dem Steinöl überein. Andererseits zeigt das Steinöl eine grosse Uebereinstimmung mit dem Terpentinöl u. deshalb nimmt er an, dass das Steinöl in den Kohlen bereits fertig gebildet enthalten u. weiter nichts sei, als Terpentinöl der Pinien der Vorzeit. Man kann dabei annehmen, dass das Steinöl durch die Wärme der Erdtiefe langsam von den Kohlen abdestillire u. sich in den obern Schichten wieder verdichte. (Schweigger's Journ. 1833, 69. B.) Ure fand aber in dem natürlichen Oele nicht dieselben Substanzen, wie im Steinkohlentheer, weshalb er das Bergöl für ein Produkt der Einwirkung des W. auf verkohlende Substanzen hält.

Man zweifelte sogar, ob es aus Vegetabilien entstand u. berechnete, dass die Oelquellen von Zante in 2300 Jahren 368 Millionen metrischer Centner Kohle erfordert haben würden, wobei alle Kohlenflötze von England nicht ausreichen würden. Gleichwohl liefern die Quellen von Zante noch nicht den 400. Theil des Bitumens von Baku.

*Naumann (Geognosie I, 1858, 282) sucht das Nebeneinandervorkommen von Erdfeuern, Salzquellen u. Bergölquellen mit Bianconi dadurch zu erklären, dass er Lager von Steinsalz annimmt, die Kohlenwasserstoff enthalten, welches bei der Lösung des Salzes im W. frei würde, zum Theil aber in Folge starker Compression im condensirten Zustande als Naphtha ausflösse. Diese Ansicht über die Bildung des Bergöls hat auch Omalius d'Halloy (Géolog. 678), u. Virlet scheint ihr gleichfalls zugethan zu sein. Sie ist aber nicht auf chemische Versuche begründet, ebenso wenig als die Ansicht von Naumann (652), dass Asphalt „in vielen Fällen wohl eher aus der Zersetzung animalischer Körper abzuleiten sei, während in noch anderen Fällen seine Bildung auf eine von organischen Körpern ganz unabhängige Weise vor sich gegangen sein dürfte." In den bituminösen Schiefern oder Kalksteinen ist, wie er sagt, ein grosser Reichthum von Fischen u. Sauriern etc. niedergelegt. „Nach ihrem Tode zu Boden sinkend wurden diese in dem feinen Schlamme begraben u. durchdrangen solchen mit Bitumen als dem Produkte ihrer Verwesung„ (Naumann). Die Schiefer, in welchen die Ueberreste der Ichthyosauren vorkommen, bestehen fast nur aus Fischzähnen, Schuppen, Muschelfragmenten, „Alles mit einem thierischen Oele imprägnirt, welches diese Schiefer zuweilen so brennbar macht, dass sie zum Kalkbrennen benutzt werden" (v. Buch).

Schon von Strombeck hatte ähnliche Ansichten: „Nur dann werden die organischen Körper in bituminöse Substanzen verwandelt (?), wenn sie, unter einem bedeutenden Drucke durch lange Jahrhunderte der Einwirkung der atmosphärischen Luft entzogen werden. Die Wälder der Vorzeit, selbst die Fische des alten Meeres, wurden in Bitumen verwandelt, weil sie Jahrtausende der Einwirkung der atmosphärischen Luft entzogen, unter dem Drucke der Erdschichten lagen, mit denen eine ungeheuere Umwälzung sie bedeckte."

In dem canadischen Journal of Art ist neuerdings die Behauptung aufgestellt worden, dass das amerikanische Erdöl wesentlich das Produkt eines Zersetzungsprocesses animalischer Körper sei u. der Ursprung desselben aus der devonischen Periode, also aus der Zeit vor der Steinkohlenablagerung stamme. Die Thiere, deren Fett jetzt ausgenutzt wird, durchschwärmten die See'n der damaligen Zeit in ungeheuren Mengen, wie die weit ausgedehnten mächtigen Lagerstätten der übrig gebliebenen Gehäuse beweisen, die sich grade in den ölreichen Gegenden vorfinden. Die Hauptmasse dieser Thiere gehört dem Geschlecht der Trilobiten, ausgestorbenen Schalenkrebsen, an.

Als Quellabsatz ist bei den Oelquellen die Bildung von asphaltähnlichen Massen zu erwähnen. Durch das Verdunsten der flüchtigern Theile der Naphtha verdickt sich diese nämlich öfters u. verstopft allmälig wohl die Oeffnung, wie dies von den Quellen der Insel Wetoy bei Baku erwähnt wird, wo dann das Oel sich einen andern Ausweg suchen muss. Verstopfungen der Quellmündung durch verdicktes Harz oder Schlamm u. nachher wohl vermehrter Andrang der Gase veranlassen dann zuweilen heftige Explosionen. Am Big Sandy River (Kentucky) schwitzt das Oel von der Wand eines Sandsteinfelsens aus u. in Folge der Verdunstung hat sich längs des Flussufers eine bedeutende Schicht Erdpech gebildet.

§. 218. Flüchtige Oele und organische Riechstoffe.

Das Steinöl besteht gewöhnlich aus mehreren Substanzen, die sich wohl alle im W., welches gewöhnlich damit gemischt ist, spurweise lösen. Auch von den harzigen Stoffen, die das W. mit heraufbringt, wird es wohl immer eine Spur anflösen. Viele gemeinen u. edlen W., die keine solchen Produkte sichtbar mit sich heraufbringen, enthalten dennoch davon Etwas, sei es gelöst, sei es nur suspendirt. Nicht selten fehlt noch die gehörige Bestimmung, ob es Harz oder Steinöl sei; öfters wird dieser Stoff als bergölähnlicher Extraktivstoff aufgeführt. Die W. verdanken derartige Substanzen nicht selten dem Gesteine, woraus sie entspringen. Das Niedernauer W. entspringt aus Jurakalkstein, in welchem hie u. da ganze Lager von Steinkalk vorkommen

u. laugt daraus das in ihm vorhandene, in Weingeist lösliche »Erdharzöl«, wovon es 0,52 Z.T. enthalten soll, aus. Analoge Stoffe wurden in mehreren kalten Qu. Ungarns von Marikowsky gefunden u. wurden, um nur einige von vielen zu nennen, nachgewiesen in der Adelheids-Qu., Ronneburg, Gleissen, Muskau, St. Gervais (0,5 Z.T.), Bristol, besonders auch in Soolwässern. *Fantoni bemerkte schon den bituminösen Geruch der Aquae Maurianenses u. denselben Geruch am Gesteine, woraus das W. kommt. Aehnliches beobachtete Schaub am Muttergestein der Nenndorfer Qu.; er machte sogar den Versuch, diesen bituminösen Kalkstein mit W. auszuziehen, wodurch er ein beim Verdampfen sich milchig trübendes W. erhielt. *(Kaiserl. Reichsanzeiger, 1802, 3. Aug.) Einen leichten Geschmack der M.W. im Arcachon-Bassin leitet Babinet davon ab, dass sie Lagen von fossilen Fichten durchlaufen wären. Die kaum thermalen Gyps-W. von Euzet riechen, obwohl der Schwefel-Geruch vorwiegt, doch deutlich bituminös u. schmecken merklich nach Asphalt (nach anderer Angabe balsamisch). »Mistura bituminis seu quispiam potius ex eo vapor in tantum contemperatur alicubi cum aquis, ut delectet potius quam taedeat: quales aliqui ad Baianum sinum fontes non ingrati odoris.« (Baccius). Die zahlreichen Säuerlingen um Buzia herum riechen deutlich nach Naphtha.

Die Kohlenwasserstoff-Ausströmungen riechen zuweilen bituminös; so besitzt nach dem Missionär Imbert das Gas der chinesischen Feuerbrunnen einen sehr starken Bitumen-Geruch. Es enthielt auch das ölartige Bitumen eines solchen Brunnens einen Antheil eines flüchtigen Oeles; bei höherer Wärme destillirte Petrolen über (Boussingault). Die W. können also schon durch die Gase einen bituminösen Geruch annehmen.

Das Steinöl pflegt flüchtige Oele zu enthalten, die schon unter 100° destillirbar sind; es sind wohl vorzugsweise diese bei niederen Temperaturen flüchtige Oele, die sich besonders den M.Wässern zumischen u. sich dann dem Geruche bemerklich machen. Zuweilen hat man wirklich ein flüchtiges Oel im W. bei der Analyse gefunden. Beim W. von Escot wird es nicht grade als Steinöl bestimmt, wie bei Vichy u. Andern. Obwohl man sich bei der Charakteristik des flüchtigen Oeles der M.W. als Steinöl meistens auf den Geruchsinn verlassen hat, so ist es doch sehr annehmbar, dass der ölige Riechstoff wirklich von Steinöl herzurühren pflegt. Inwiefern die übrigen Riechstoffe der W. von Naphtha-Gehalt abhängen, ist noch nicht erforscht.

Mit Unrecht sagt Plinius (XXXI, 3), dass nur Eine Qu. in der ganzen Welt, u. zwar die von Cabura in Mesopotamien, Wohlgeruch verbreite.

Pausanias u. Athenäus wussten noch von einem wohlriechenden Brunnen zu Mothon im Peloponnese, u. zu Karthago soll eine Oelqu. gewesen sein, die wie Citronengereibsel (scobs citreus) roch. Sogar das Püllnaer Bitterwasser lässt, wenn man frühmorgens in das Brunnengebäude tritt, einen angenehmen, veilchenartigen Geruch wahrnehmen, was wohl von einem besondern Naphtha-Oele herrühren mag, da nach Eichwald auch die Salzsee'n der an Naphthaquellen so reichen Halbinsel Abscheron alle einen Veilchengeruch verbreiten.

Wie peruvianischer Balsam roch der ockerige Rückstand eines Schwefel-W. bei Zürich (*Scheuchzer Hydrol. p. 312). Das Harz des

Weilbacher W. erhielt nach mehreren Jahren einen Geruch wie nach peruvianischem Balsam (*Creve).

In *Kuntzens Unters. des Oelber'schen Gesundbr. (1728, p. 49) ist vom Geruche dieses Wassers beim Eindicken die Rede; es sollen sich dabei ölige Theilchen vom Salze abtrennen, die dem Opobalsamum aus der Cacao- oder Cocosnuss ähnlich, aber mehr säuerlich, oder nach Amerikanischer Vanille riechen. Der Geruch war sehr penetrant u. beständig. Einen ähnlichen, nur weniger angenehmen, etwas säuerlichen Geruch beobachtete der Verf. auch beim Pyrmonter Brunnen, nicht beim Selterser, als sie abgedampft wurden.

Ein ähnlich wie Rhus riechendes Harz fand Legrip im W. von Evaux.

Tabernämontan schrieb dem Wasser zu Schwalbach die »Subtilitäten des Bernsteins« zu, von dem man eine körperliche Beimischung als ein Fett beim Abrauchen bemerken könne. (?)

An der Via Aemilia bei der Stadt Aquario ist nach Baccius ein W., das nach Campfer riecht.

Das Thermalwasser von Lamotte hat einen schwachen Honig-Geruch (*Joanne).

Bei Vermischung des Schwefelwassers von Sondershausen mit heissem eben solchem W. entsteht oft ein kräftiger, gleichsam aromatischer Geruch (Bucholz).

Aetherartiger Geruch. Trampel bemerkte am Meinberger W. einen Geruch, welcher dem des Olei vini glich (Hannov. Beitr. 1762, 49. St.) u. als *Hansa das Teplitzer W. auf der Sandkapelle mit Vermeidung von Siedhitze destillirte, erhielt er eine blassgelbe, sehr schwach gefärbte Flüssigkeit, die angenehm, wie eine versüsste mineralische Säure roch u. diesen Geruch im zugemachten Glase einige Stunden behielt u. auch wie eine verdünnte versüsste Säure schmeckte. Der Verf. wiederholte diesen Versuch mit dem nämlichen Erfolg. Er machte einige Bemerkungen, die das Dasein von Ameisensäure vermuthen lassen. Die Dämpfe des Mineralwassers machten auf blauem Papier röthliche Flecken u. rochen sehr scharf. Etwas W. in einem silbernen Löffel verraucht, machte daran bunte Streifen, die sich schwer wegputzen liessen. (Teplitz 1784.)

§ 219. Zuckerähnlicher Stoff.

Schon Saussure wies in der Erde aus vermoderten Pflanzentheilen Zucker und Dextrin nach. Risler hält die mit W. aus Ackererden ausziehbare Substanz, welche die Auflösung der schwerlöslichen Stoffe (phosphors. Kalk, Eisen, Thon- und Kieselsäure) in einer mit verhältnissmässig wenig destillirtem W. gewonnenen Auflösung vermitteln, für eine dem Zucker oder Dextrin ähnliche Verbindung.

Die Ackererden, welche Verdeil untersuchte, gaben sehr leicht an destillirtes W. einen organischen Stoff ab, der beim Verbrennen wie gebrannter Zucker oder wie verbranntes Papier roch. Die nähere Natur dieses Stoffes ist nicht erforscht. Ohne Zweifel kommt er auch in Qu. vor, deren W. ursprünglich mit Meteor-W. in Berührung war. Durch seine Vermittlung

ist ein Theil derjenigen Mineralstoffe gelöst, welche im wässerigen Auszuge der Ackererden sich vorfinden. Diese bestehen grösstentheils aus schwefels. u. kohlens. Kalk, Kieselsäure, Chlornatrium u. -kalium, Eisen, Thonerde, Ammon, Magnesia. Die Kraft Kieselsäure aufzulösen theilt dieser Stoff mit Traubenzucker, Rohrzucker und Dextrin. Eine Rohrzuckerlösung löste eine bedeutende Menge gepulverten Quarzes auf (Compt. rend. 1852, 19 Juill.).

Eine zuckerähnliche Materie kann auch aus gewissen Gesteinen, die Petrefacten enthalten, herstammen. Jüngst hat man in einem Thonschiefer einen süssen Stoff gefunden, der Traubenzucker zu sein schien und welcher ein Correlat zu den fossilen Traubenkernen bildet. Es erinnert dieses Vorkommen an das süsslich schmeckende W. des. Kanizer Brunnens bei Partenkirchen, welches wahrscheinlich aus dem Thonschiefer entspringt, u. an andere von ältern Schriftstellern erwähnte Wässer, *) wobei nur zu bemerken ist, dass in solchen Erwähnungen vielleicht mit Unrecht diesen Wässern eine andere Süssigkeit zugeschrieben wird, als dem Sprachgebrauche nach jedem nicht mineralischen W. zukommt. Vgl. S. 491 (Kanizsäure).

§ 220. Die organischen stickstofffreien Säuren der Ackererde, besonders Humussäuren.

Die Ackererde ist ein Gemenge verschiedener Stoffe, die aus der Verwesung von Pflanzen- und Thierstoffen entstanden sind, mit unorganischen Theilen. Behandelt man die Ackererde (Humus) mit einer wässerigen Auflösung kohlensaurer Alkalien, so wird die Flüssigkeit braun, indem sie Humussäuren aufnimmt. Diese Humussäuren bilden demzufolge nach der gewöhnlichen Ansicht einen wesentlichen Bestandtheil der Ackererde. Die Humussäure, welche man aus der Ackererde erhält, ist aber nicht immer dieselbe; häufig ist sie Huminsäure, selten Geinsäure, noch seltener Ulminsäure. Neben diesen drei Säuren finden sich in der Ackererde meistens auch Quellsäure u. Quellsatzsäure; alle fünf sind auseinander hervorgehende Oxydationsstufen der Holzfaser, bei deren Bildung als Nebenprodukte CO^2 u. Ammoniak entstehen. Die von Hermann als Bestandtheil vieler Ackererden u. Torfarten genannte Torfsatzsäure ist wohl nur ein Gemenge mehrerer Humussäuren. (Vgl. Struve Annal. 1843, 49—86.)

Mulder nennt Ulminstoffe die braunen, Huminstoffe die schwarzen Zersetzungsprodukte der Pflanzensubstanz. Die braunen Substanzen bilden sich unter Absorption von O u. Abgabe von CO^2, u. zwar im Trocknen, während die schwarzen vorzugsweise unter W. bei Ausschluss der Luft entstehen. Beide zerfallen durch Alkalien in einen unauflöslichen, indifferenten u. in einen auflöslichen, sauren Theil, wobei jeder seine Färbung u. Zusammensetzung bewahrt. Das Alkali macht aber den vorher in W. sehr wenig löslichen Stoff jetzt löslich u. macht ihn eigentlich erst zu einer Säure. Der auflöslich gewordene

---

*) „Suaves ac lactis sapore dulces in Germania haberi asserunt authores; et calidam Cardiac aquam in campo, qui vocatur Albus, juxta pagum Dascyli potanti esse lacte dulciorem, ex Pausania. Alia similis iuxta Pontem, qua itur Valdeburgum.“ (Baccius)

Theil der Ulminstoffe heisst Ulminsäure, der auflöslich gewordene der Huminstoffe Huminsäure. Nach ihrem verschiedenen Ursprunge ist Ulminsäure nicht immer absolut gleich zusammengesetzt; dasselbe gilt von der Huminsäure. Erstere kann wohl als $C^{40}\ H^{14}\ O^{12} + HO +$ n aq. bezeichnet werden; letztere als $C^{40}\ H^{12}\ O^{12} +$ n HO.

Ulminsäure u. Huminsäure sind schwerlöslich in Wasser, bilden aber mit den Alkalien leicht lösliche Salze.

Die Huminsäure hat eine sehr grosse Verwandtschaft zum Ammoniak und ist schwer davon zu trennen; das humins. Ammoniak bildet mit andern Basen, auch mit Kali und Natron, Doppelsalze. Kalk- u. Magnesiasalze, ebenso Eisenoxyd-, Eisenoxydul- u. Manganoxydulsalze, zersetzen sich mit den huminsauren Alkalien so, dass derartige schwerlösliche Doppelsalze entstehen. Schon die einfachen Humate von Kalk, Magnesia, Eisen, Mangan sind schwerlöslich. Jene Doppel-Humate werden aber durch gewisse Salze, z. B. schwefels. u. salpeters. Kali, viel besser als vom W. allein aufgelöst, auch werden sie durch kohlens. Alkalien zersetzt. Humuss. Thonerde ist auch sehr schwer löslich, wird aber wieder durch die kohlens. Alkalien auflöslich.

Huminsäure kann also vom W. unter Umständen gelöst werden.*) Sie wird auch oft als Bestandtheil gemeiner u. edler W. angegeben, wobei aber gewöhnlich wohl keine genaue Prüfung, ob die braune organische Substanz wirklich Humins. war, vorgenommen worden sein dürfte.

Alle Gewässer des baierischen Waldes zeichnen sich durch ihre schwarzbraune (Kaffee-) Farbe vor den klaren blaugrünen Strömen unserer Kalkalpen aus. Sie theilen jene Farbe mit den unsern oberländischen Hochmooren entspringenden Bächen, ohne aber regelmässig von Moorwasser gespeist zu sein. Die Analyse erklärt die braune Farbe des W. durch seinen Reichthum an Alkalien, welche die Humussäuren des Bodens in Lösung bringen. Aus den Analysen des Regenflusses u. der Ilz (S. 124) ersieht man, dass relativ viel Ueberfluss von Alkalien vorhanden ist. (Johnson u. Sendtner, Ann. d. Chem. 95. B.)

Nach Forchhammer ist der im W. vorhandene organische Stoff fast immer Humussäure oder etwas ihr Aehnliches.

Liebig (Chemie in Anwend. auf Agricultur; 1862) sagt: „Die einfache Betrachtung, dass das W. eines Brunnens in einem an Dammerde u. damit an verwesenden Pflanzenstoffen reichen Garten farblos u. krystallhell ist und keine Humussäure oder ein humussaures Salz enthält, dass in dem W. unserer Wiesenquellen, Bäche u. Flüsse, der an alkalischen Basen reichen Säuerlinge keine Humussäure nachweisbar ist, zeigt, dass die fruchtbare Gartenerde keine wirkliche Humussäure enthält, oder dass die letztere durch Vermittelung des W. nicht in die Pflanzen übergeht.“ An einer spätern Stelle heisst es: „Wäre humussaures Kali in dem Boden

*) Auch der Regen ist nicht frei von Humusstoffen. Ulminsäure meint wenigstens Chatin (Compt. rend. XXXIV, 409), Huminsäure Bertels darin gefunden zu haben. Chatin fand bis 0,5 Z.T. dieser „stickstoffhaltigen“ organischen Materie im Regenwasser u. zwar in dem zu Turin u. an der See gefallenen Regen weniger als in dem zu Paris u. in der Maurienne gefallenen. Meyrac traf im Regen auch ulminsaures Ammoniak u. noch einen organischen Stoff, der beim Verbrennen hornartig riecht. (Brandes fand im Regen Harz, thierisch-vegetabilische Materie [Zimmermanns Pyrrhin] u. Mucus.)

vorhanden, so müsste alles Quell- u. Brunnen-W., in einer gewissen Tiefe gesammelt, bestimmte Mengen davon enthalten; allein selbst in dem kohlensauren Alkalien enthaltenden Selterser u. Fachinger M.W., die aus dem Boden einer sumpfigen Wiese hervorquellen, der reich an vegetabilischen Stoffen ist, lässt sich keine Spur Humussäure nachweisen.... Das W. auf unfruchtbarem Boden, auf sumpfigen Wiesen ist reich an dieser Humussäure." Dagegen bemerkt Mulder: „Ist es denn aber wahr, dass das Regenwasser farblos aus der obern Bodenschichte abfliesst? Oder ist es wahr, dass man aus allen Sorten Ackererde einen mehr oder weniger gefärbten wässerigen Auszug erhält? Es handelt sich nicht darum, ob viel oder wenig gefärbt.... Man ziehe nur Ackererde mit destillirtem W. aus u. sehe zu, ob nicht bisweilen verhältnissmässig mehr organische als unorganische Substanzen in das W. übergegangen sind. Und braun braucht der Auszug auch nicht gerade zu sein, um eine beträchtliche Menge farbloser crensaurer Salze zu enthalten. Und liefern die Gräben u. Bäche der Wiesen u. Wälder kein gefärbtes W.?, kein W., welches beim Verdampfen eine beträchtliche Menge organischer Stoffe zurücklässt? Wer dies in Abrede stellen kann, hat niemals ein solches W. eingedampft." Mulder spricht hier freilich nicht blos von Humussäuren, sondern auch von farblosen organischen Stoffen; dazu ist auch nicht alles braun Gefärbte, was in den oberflächlichen Wässern ist, Humussäure.

Ueber das übermangansaure Kali als Reagens auf Humussäure s. unten.

§. 221. Wässer des Torfbodens und der Moorgründe. Mudesige Säure.

W. von Torfboden enthält nach R. A. Smith eine organische Substanz, welche beim Verbrennen nach Torf riecht. Der Fluss Dee bei Chester enthält in 10000 W. 3,56! organischer Torfmaterie (Liebig-Kopp Jahresber. für $18^{47}/_{48}$).

10000 Th. Moorwasser von Lage bei Lemgo geben in 1,82 Th. Abdampfrückstand 1,52 durch kalte verdünnte Salpetersäure abscheidbare Huminsäure (Overbeck).

Das W. der Torfmoore im nördlichen Deutschland enthält vornämlich Huminsäure aufgelöst und ist frei von erdigen Theilen. In Masse gesehen hat es eine dunkelbraune Farbe, reagirt sauer u. hinterlässt beim Abdampfen ein braunes Extrakt (Wackenroder).

Das Marienbad in Leopoldskron im Untersberger Torfmoore im Salzburgischen benutzt ein Moorwasser, das sich in einer Ausgrabung des Moorbodens ansammelt. Das W. ist weingelb bis dunkelgelb, klar, geruchlos, von fadem schwachfauligem Geschmack, hat ein spezif. Gewicht, das zwischen 1000,34—1000,57 schwankt (nach einem andern Versuche sogar nur 1000,074—1000,13 sein kann). Wolf u. Grassberger fanden darin Chlor, Schwefels., Erden, Eisen, Thonerde, Kiesels., Humussäure u. Quells., zum grössern Theile frei, Erdharz, empyreumatisches Oel etc., im Ganzen 0,95—1,73 festen Rückstand, worunter 0,73—1,38 organische Stoffe. Spängler fand im Moor-W. des Reservoirs, das aber auch eine Qu. aus festem Untergrunde aufnimmt, im Mittel im Frühjahre (I), dann im Spätsommer und Herbste (II):

	I	II
Humussubstanzen (Humuss.)	1,087	2,142
Fixe mineralische Substanzen	3,226	4,213
Die 3,914 fixe Bestandtheilen waren:		
Chlornatrium	,284	
Schwefels. Kali	,288	
Kohlens. Natron	,22	
„ Magnesia	,623	
„ Kalk	2,117	
Phosphors. Thon. und Eisenoxyd	,28	
Kieselsäure	,102.	

Es ist aber zu bemerken, dass die CO^2 der Carbonate theilweise durch Humuss. ersetzt ist u. dass das W. sehr wechselnde Mengen von CO^2, an manchen Tagen auch HS entwickelt. An der Luft stehend, setzt das W. 0,135 Z.T. als Niederschlag ab; dieser besteht grösstentheils aus organischen Theilen mit wenig Kiesels. u. Thonerde u. Spuren von Eisen. — Cf. Wolff De natura aquae uliginosae atque torfae. Diss. Gött. 1830.

Das Moosbad am südwestl. Abhange des Bannwaldes, 1/4 St. von Altdorf, Kanton Uri, enthält nach Bolley u. Schulz (1859):

Chlor	,05	Natron	,17
Schwefelsäure	,045	Kali	,033
Kohlensäure	2,992	Magnesia	,202
Kieselsäure	,216	Kalk	,689 (ausser phosphors. Kalk)
Phosphors. Kalk	,008	Eisenoxydul	,005
Organisches	,338	Manganoxydul	,004

Deutlich erkennbar waren organische Säuren (Essigs., Propions., Butters.), durch den Geruch auch eine Spur HS.

Ueber Torfsatzsäure s. S. 486.

Mit den Quellsäuren verwandt ist wahrscheinlich auch die dunkelbraune mudesige Säure, die aus einem Moorgrunde durch das W. in die Spalten der Granitklippen von Cornwall geführt worden ist, wo sie an Thonerde gebunden den Pigotit bildet. —

Das W. aus einer Qu. aus Grünsand enthielt noch nicht 1/12 der Menge organischen Stoffes, welche das W. eines See's hatte, der mit einem Torfmoore communicirte. (Forchhammer.)

§. 222. Quellsäure, Quellsatzsäure u. einige andere weniger bekannte organische Säuren.

Quellsäure (Krensäure, acidum crenicum) und Quellsatzsäure (Apokrensäure, ac. apocrenicum) sind zwei in der Ackererde immer vorhandene Säuren. Ich zähle sie mit Mulder den stickstofffreien Substanzen zu, obwohl Gerhardt darin einen kleinen Stickstoff-Gehalt nachgewiesen haben wollte. Nach Mulder hat die mit 3 Atomen W. verbundene Quells. folgende prozentarische Zusammensetzung: C 46,47, H 4,97, O 48,16. Die Quellsatzs. enthält im Verhältniss zum Kohlenstoff viel mehr O u. H als die Quellsatzsäure. Die Quells. ist als $C^{24}\ H^{12}\ O^{16}$, die Quellsatzsäure als $C^{24}\ H^{6}\ O^{12}$ zu nehmen. Die Quellsatzs. ist etwas bräunlich, ebenso ihre Salze; die Quells. ist weiss. Die Quells. geht unter Aufnahme von O leicht in Quellsatzs. über, wie auch umgekehrt durch Desoxydation jene aus dieser erzeugt wird.

Die Quellsatzs. ist weniger in W. löslich als die Quellsäure. Jene löst sich aber leichter in einer Auflösung von dieser. Mit den Alkalien bilden sie leicht lösliche Salze. Beide Säuren bilden auch mit den Erden u. Metalloxyden mehrere lösliche Salze, namentlich solche, in denen die complexe Basis von einer oder mehreren Erden, von einem oder dem andern Metalloxyde, u. zugleich von einem oder dem andern Alkali ausgemacht wird. Quellsatzsaures Eisenoxydul ist in W. löslich. Die Apokrenate von Kalk u. Magnesia werden durch kohlens. Ammoniak u. kohlens. W. leicht gelöst.

Auch die Krenate von Kalk, Magnesia u. Eisenoxydul sind auflöslich, die von Eisenoxyd u. Manganoxydul nicht schwierig löslich. Vermischt man neutrales krensaures Ammoniak mit Chlorcalcium, Chlormagnesium oder schwefels. Eisenoxydul, so entsteht kein Niederschlag, ein langsamer, wenn man neutrales Eisenchlorid oder schwefels. Manganoxydul gebraucht. (Mulder.)

Wenn krensaures Eisenoxyd aber auch ganz unlöslich wäre, so würde die Möglichkeit, dass gemeine W. ohne Vermittlung von CO^2 quellsaures Eisenoxydul aufnehmen, schon darin begründet sein, dass bei der Fäulniss das Eisenoxyd zu Oxydul umgewandelt wird. (Dieser Einfluss der Verwesung wird an der Entfärbung des eisenhaltigen Sandes in der Nähe von vermodernden Pflanzenresten sichtbar.) Ohnedem kann aber auch das quells. Eisenoxyd mit Ammoniak, das überall vorhanden ist, als Doppelsalz gelöst werden.

Die Krenate u. Apokrenate sind nach Mulder in verdünnten Lösungen der auflöslichen anorganischen Salze des Bodens, wie schwefels. Kali, Salpeter, Chlornatrium, besonders in Ammoniaksalzen u. kohlensauren Alkalien viel löslicher als in einfachem Wasser.

Quell- u. Quellsatzsäure, welche zuerst Berzelius im W. von Porla nachwies, finden sich in den meisten Wässern, u. im Allgemeinen wohl noch mehr in den gemeinen als in den edlen. Selten übersteigt die Menge derselben aber 0,5 in 10000. Nach Leforts Meinung ist Quellsatzsäure übrigens nicht so verbreitet, wie es scheint; er glaubt, dass sie oft künstlich durch Kochen des Niederschlages mit kaustischem Kali (statt mit kohlens. Natron) gebildet werde, wo sie nicht war. Es scheint auch, dass man überhaupt aus ihrem Vorkommen im Niederschlage, der sich unter Mitwirkung organischer Formen erzeugt, nicht auf das Vorkommen derselben im W. selbst zurückschliessen dürfe.

Kocht man W., die Quells. enthalten, mit Silbersalpeter, so wird das Silberoxyd zu einem schwarzen Niederschlage reducirt. Schon ohne Kochen bildet sich dieser schwarze Satz nach und nach. Die W. mit quellsaurem Eisen geben, wenn die Quellsäure sehr reichlich vorhanden ist, eine violette in Purpur ziehende Farbe, wenn sie mit Silbersalpeter behandelt werden. Diese Farbe, welche durch Ammoniak verschwindet, hat nach Fontan oft ein W. als schwefelhaltig gelten lassen, was es nicht war.

Das Nidelbad bei Zürich hat ein weingelbes, beim Schütteln schäumendes W., welches nur 3,84 festen Gehalt, darin aber 1,84 Quellsäure, u. mehr Mangan als Eisen enthält.

Es kostet nur wenig Mühe aus dem Meerwasser Apokren- u. Krensäure abzuscheiden (Mulder).

Die Quellsäuren bilden mit andern Stoffen Quellabsätze. Der Quellabsatz aus der Porlaqu. enthielt auf 1 Eisenoxyd 2,21 Quellsäuren. *) In den Ockern, die sich in Wässern mit wenig CO^2 bilden, pflegt auch Quellsäure zu sein. Dann wird der Ocker, wie derjenige einer Qu. von Kellberg schwarz beim Glühen, indem sich das Eisenoxyd wieder reducirt.

Den gemeinen oder den heilsamen zugezählte eisenhaltige Wässer, in denen nur wenig CO^2 vorhanden ist, wobei man dann das Eisen an die Quellsäuren sich gebunden denkt, wenn solche vorhanden sind, trifft man sehr häufig an. In ihnen bildet sich durch Umwandlung des quellsauren Eisenoxyduls zu quellsaurem Eisenoxyd ein Niederschlag, Ocker, der aber gewiss im Allgemeinen nur mit Beihülfe organischer Formen entsteht. In einer kalten Qu. bei Aix in Savoyen, welche nach einem Bestande von 20 Jahren versiegte, fand Michel St. Martin Spuren Apokren-

*) Porla-W., das 6 Jahre in Flaschen mit Glasstöpseln gestanden, hatte seine Farbe ganz verloren u. auf dem Boden lagen rothgelbe, halbschleimige Massen. Aus der Quells. hatte sich Essigsäure gebildet.

säure u. kaum etwas mehr freier CO^2 als zur Bildung von Kalk- u. Eisen-Bicarbonat nöthig war; sie setzte Ocker in Menge ab, der auch die Ursache ihres Versiegens wurde. In den Ockern geht die Verwesung der organischen Stoffe vorwärts u. damit zugleich eine theilweise Reduktion des Eisenoxyds zu Oxydul. Aus einem gleichen Grunde erklärt sich auch das Vorkommen von Eisenoxydul in sedimentären Formationen.

Das Rasenerz oder Bohnerz ist ein Mineral, welches sich in Form kleiner Körner, Böhnchen, oder grösserer kugeliger Gebilde auf dem Grunde der Moräste, in sumpfigen Wiesen u. an solchen Orten bildet, wo viel W. in der Dammerde oder im Lehmboden stagnirt. Ohne Zweifel sind die Gallionellen, deren Panzer man in grosser Menge in den Böhnchen findet, bei der Bildung des Rasenerzes thätig; aber der nächste Grund bleibt die Oxydation des quells. Eisenoxyduls. In den Seeen Schwedens u. Norwegens ist das so gebildete Erz meist fast reines Oxyd; in den Torfmooren u. Sümpfen enthält es fast immer Phosphors., die aus den faulenden Organismen herrühren mag. Der Absatz zeigt sich zuerst als ein gelatinöser Schlamm, der sich überall, besonders um Sandkörner, anhängt. Auch in reinem Seewasser, wenigstens in den nassen Strandregionen, wo der Sand der Dünen eisenhaltig ist, kann sich Rasenerz bilden.

Das auf dem Sumpf-W. meist schwimmende schillernde Häutchen soll aus quellsaurem Eisenoxyd bestehen. Nach Brauno besteht das metallglänzende Häutchen auf dem W. der Graben im Moorboden aus Quellsatzs. (?), welche aus der im W. gelöst gewesenen Quellsäure durch Oxydation (Desoxydation?) entstand. (Das Unterberg-Torfmoorgebilde bei Salzburg; 1845,46.)

Wells fand Quells. in allen Stalaktiten, die er untersuchte, in beträchtlicher Menge, mit Spuren von Quellsatzsäure. Die grösste Menge gaben die tiefgelben Stalaktiten. Da kein Eisen vorhanden war, schien ihm die gelbe Farbe vom quellsauren Kalke herzurühren. (Silliman's Journ. 1852.) Aehnliche Resultate haben Jackson u. Hayes erhalten; ebenso fand Smith Quells. in Kalkbildungen aus Kleinasien; ein gelblicher Niederschlag, der sich in den Thermen Touzla u. Tiberias, beide kalk- u. chlorreiche W., gebildet hatte, bestand nämlich aus quells. Kalk. Es wird einer fernern Untersuchung bedürfen, ob diese Quells. nicht blos ein stickstofffreier Stoff war, der einen Bestandtheil von Infusorien ausmachte.

Die Quellsäuren bilden mit Thonerde unauflösliche Verbindungen, die auch noch Alkali annehmen können.

Es ist noch die Quells. als Lösungsmittel für phosphors. Kalk u. phosphors. Ammoniak-Magnesia zu merken. Mit Kiesels. bildet die Quells. auch eine auflösliche Verbindung.

Kanizsäure und gewisse andere organische Säuren.

Der Kanizer Brunnen bei Partenkirchen enthält einen stickstoffhaltigen, nicht destillirbaren Stoff, der auf Gold- u. Silbersolution unter Zutritt der Sonnenstrahlen reducirend wirkt, der aber wenigstens noch aus zwei Stoffen zu bestehen scheint, da das übrigens problematische Natronsalz theilweise in Alkohol, theilweise in W. löslich ist. Diese „Kanizsäure“ ist keine Quellsäure, da sie unter Einwirkung der Luft nicht braun, noch unauflöslich und moderartig wird. (S. Buchner's Rep. 1835.) Ihre reducirende Eigenschaft lässt übrigens vermuthen, dass sie nicht frei von Quellsäure dargestellt war. Dieselbe Säure fand Buchner später wieder in einem süsslich, schwach hepatisch und zugleich etwas herbe schmeckenden Moor-W. zu Greifenberg, wo sie in seifenähnlicher Verbindung mit dem Natron (etwa 0,2 in 10000) an Menge nur dem kohlens. Kalk nachstand. Das gelbe Natronsalz war basisch u., wie das der Quellsäure, in Weingeist löslich, wovon die Säure sich aber wieder durch die Unlöslichkeit in W. unterschied. Von Humussäure war sie durch den Stickstoffgehalt zu unterscheiden. Die chemischen Eigenschaften zeigen, dass sie auch kein zuckerähnlicher Stoff war (s. §. 219), an den die beiden Wässer durch einen süsslichen Geschmack erinnern. (Vgl. Dieterich Kanizer Brunnen, 1844.)

Ob die Kanizsäure u. die organische Säure des Ronneburger W. u. die im Moldau-W. gefundene für eigene Säuren gelten können, oder ob sie nur Gemenge der vorhergenannten vegetabilischen Modersäuren unter sich oder mit stickstoffhaltigen Substanzen sind, bleibt einstweilen unentschieden. - (Vgl. *Pleischl Beitr. zu einer Topogr. Prags, 1836.) Dasselbe gilt von der Brunnensäure, acidum puteanum. Hänle stellte nämlich aus dem Ockerabsatz eines eisenhaltigen Pumpbrunnens eine stechend sauer schmeckende, in W. leicht lösliche, in Alkohol unlösliche, durch Salmiak aus wässriger Lösung nicht fällbare Säure dar, welche sich durch die genannten Eigenschaften von der Quellsatzsäure (u. von der Kanizsäure) unterschied. Sie war aber auch von der Quellsäure (u. der Kanizsäure) durch die gänzliche Unlöslichkeit in Alkohol u. durch die Unveränderlichkeit des mit salpetersaurem Silber entstehenden Niederschlages verschieden. (*Buchner's Repert. 1835, Brandes Arch. IV, 2, 1835, 134.)

Die organische stickstoffhaltige (!) Säure des Landecker M.W. ist nach Fischer darin verschieden von der Quellsäure, dass weder oxydirte Eisensalze, noch essigsaures Kupferoxyd unmittelbar darauf einwirken, sondern erst nach langer Zeit oder beim Erhitzen; ferner dass die Farbe dieser beiden Niederschläge ganz anders ist, als Berzelius angibt u. dass der mit Eisenoxydsalz bewirkte Niederschlag in Ammoniak unlöslich ist. Vorausgesetzt, dass die Quellsäure farblos ist, enthält das Landecker W. noch einen intensiv gelben Farbstoff.

§. 223. Eiweiss und verwandte Stoffe. Fäulnissprodukte.

Seit langer Zeit benutzt Bouchardat bei der Prüfung der Trink-W. eine wässerige Maceration der Galläpfel, die unter einer Aetherschicht conservirt wird. Mehrere organische Materien, besonders solche, welche aus der Zersetzung animalischer Stoffe entstehen, werden dadurch angezeigt. Fauré (Analyse des eaux de la Gironde; 1853) bedient sich zu einem gleichen Zwecke einer Tannin-Solution oder der Galläpfel-Tinktur. Diese Reagentien werden vielleicht zu selten bei M.Wässern angewendet. Das Sauer-W. von Warnatz, welches gallertartig beim Abdampfen riecht, soll weisse Flocken mit Gallus-Tinktur absetzen.*) Legrip soll im W. von Evaux Gelatin, Pectin u. Albumin gefunden haben.

*) Das Brunnenwasser zu Zwingenberg bildet mit Chlorquecksilber-Salmiak einen Niederschlag, welcher zu 55 Th. aus Quecksilberoxyd, zu 32 aus einer stickstoffhaltigen Substanz, zu 8,5 Th. aus Salzsäure u. zu 4 Th. aus Kieselerde besteht. Der Gehalt dieses W. an Erdcarbonaten ist so gering, dass die CO^2 nicht durch Chlorbaryum angezeigt wird. Chlor u. Schwefelsäure werden auch kaum durch Reagentien angedeutet. (Winckler in Buchners Rep. 33. Bd., 196; vgl. ibid. 1830. 243.) Man darf wohl an die Gegenwart einer eiweissstoffartigen Substanz denken. Vielleicht ist es auch ein eiweissartiger Stoff, wodurch das geruch- u. geschmacklose W. von Merlange bei Monterau den Speichel schaumig macht. (Neue Samml. auserl. Abh. VII.)

Die Einwirkung des Quecksilbernitrats erinnert mich an das Bronchin, das ich hier noch erwähnen will. In der „Einleitung in die M.Qu.-Lehre" hatte ich diesen von v. Vest als kropferzeugend aufgestellten Stoff wohl nicht richtig den organischen Stoffen zugezählt. Nach einem Auszuge, den die *Pharmac. Ztg. 1832 aus dem in der Med. chir. Ztg. 1831 Juni veröffentlichten Aufsatze von v. Vest gebracht hat, verhält es sich mit diesem höchst problematischen Stoffe folgendermaassen. Dampft man ein kropferzeugendes W. auf $1/20$ seines Volumens ein, so wird es bräunlichgelb, wenn es keinen deutlichen Ueberschuss von Natron enthält, etwas sulzig u. lässt sich schwer filtriren; zugleich zeigen sich einige schwarze Flocken, die sich nicht abscheiden, wenn das W. deutlich alkalisch ist. Jedenfalls ist der Abdampfungs-Rückstand hygroskopisch. Kohlens. Ammoniak scheidet aus

Nicht alles Eiweiss wird aber durch Gallussäure gefällt. Sehen wir auf die Reaktionen, die nach Einigen der sogenannten Baregine zukommen, so möchte einer Art derselben das von Mulder beschriebene lösliche Fischeiweiss in vielen Punkten sehr nahe kommen. *)

»Von dem sogenannten organischen Extracte,« sagt Kastner, »gibt es zuverlässig wenigstens eben so viele Arten, als Klassen von M.Quellen. . . Das organische Extract der Wiesbadener Thermen besteht aus einem, dem Leimgummi ähnlichen, einem dem Mucin sich anschliessenden, einem chondrinartigen u. einem fast gegenwirkungslosen Bildungstheile, vermengt mit galactinähnlichem u. gummiartigem Erzeugnisse. Nur Spuren jenes von mir mit Pseudomucin bezeichneten organischen Extractes der Wiesbadener Thermen lassen sich neben der indifferenten Substanz aus der dortigen Schützenhofqu. scheiden.« Leider stimmt diese Beschreibung gar nicht mit den Aussprüchen von Jung u. Fresenius, die beide gar keinen organischen Stoff im Wiesbadener W. fanden.

---

dem concentrirten W. etwas Kieselerde ab u. man erhält ein gelbliches Salz. Das mit schwarzen u. braunen Flecken versehene Salz lässt mit Salpeters. versetzt u. verdunstet, einen schwarzen Körper abscheiden. Das bis zur Hälfte seines Volumens concentrirte Kropfwasser gibt mit salpeters. Silber ein rothgefärbtes, in W. u. Salpeters. lösliches Salz, das durch starkes Erwärmen schwarz wird u. seine Auflöslichkeit in W. verliert. War das W. stark concentrirt, so ist das erhaltene Silbersalz fast unlöslich. Salpeters. Quecksilberoxydul bringt im Kropfwasser einen schmutzig weissen Niederschlag hervor, der auf dem Filter grau oder olivengrün wird u. von dem das W. farblos abläuft. Der Niederschlag löst sich in kochender Salpeters., wogegen die schwarze Substanz eine darin unauflösliche Verbindung bildet. Wird das Quecksilber durch *HS* vom Niederschlage getrennt, so erhält man eine saure Flüssigkeit. Er lässt sich auch als saure Masse sublimiren, wobei grau oder schwärzlich gefärbte u. durch schmelzendes Kali gelbwerdende Kieselerde zurückbleibt u. metallisches Quecksilber mitdestillirt. Wird das Kropfwasser mit einem Ueberschuss von salpetersaurem Quecksilber versetzt u. die vom Niederschlage befreite Flüssigkeit mit Salmiak u. dann mit kohlens. Ammoniak versetzt, dann filtrirt, verdunstet u. der Rückstand geglüht, so bleibt eine graue, grüne oder gelbrothe Masse zurück, die in Salzsäure gelöst, auch nach Abscheidung des Eisens, gelb bleibt. Beim Abdampfen grösserer Mengen Kropfwasser erhält man aus den alkalescirenden Wässern einen grauen, aus den mehr neutralen einen schwarzen Niederschlag, grösstentheils aus Kiesels., dem eigenthümlichen Körper, etwas Kalk, Eisen u. Mangan bestehend. Der schwarze in Verbindung mit Kiesels. fast bei jedem Verdampfen sich ausscheidende Körper kann in den gelben u. in die in den Kropfwässern enthaltene Säure verwandelt werden. Der grüne Niederschlag (?) wird durch Glühen an der Luft schwarz u. verliert dadurch an Auflöslichkeit in Säuren sehr; Salzs. u. Schwefels. lösen mit gelber Farbe, kochende Salpeters. mit braungelber, oft schwarzer Farbe. Das sind die vorzüglichsten Versuche des Verf., aus denen er auf das Vorkommen von Bronchin, Kieselbronchinsäure u. Bronchinoxyd schliesst. Niemand ist recht klug aus diesen Versuchen geworden. Es scheint, dass hier verschiedene unorganische Stoffe zugleich mit organischen (Ameisensäure?) mit Silber oder Quecksilber niedergeschlagen wurden. Dass das Bronchin unzersetzt sublimirbar sei, scheint mir nicht bewiesen. Die untersuchten W. flossen in Gegenden mit thonhaltigen Gesteinen.

*) Dieses wird durch Alkohol, Salzsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, phosphorsaure Alkalien, salpetersaures Eisenoxyd, weniger durch Silbersalpeter u. salpetersaures Quecksilber, ferner durch Aetzkali, Ammoniak, Chlorgas, Zinnchlorür, Platinchlorid, schwefelsaure Thonerde gefällt, nicht aber durch Gerb- u. Gallussäure, Quecksilberchlorid, essigsaures Kupferoxyd.

Als Produkte der Fäulniss thierischer u. vegetabilischer Stoffe mögen nicht selten Leucin u. Tyrosin in salzartigen Verbindungen im W. gelöst sein.

Fäulnissstoffe sind aber häufiger in den oberflächlich liegenden Wässern als in den Brunnenwässern wahrzunehmen.

Das Flusswasser des Orinoko ist mit gallertartigen Theilen übersättigt, riecht nach Bisam u. schmeckt höchst widerwärtig. (v. Humboldt Aequinoctial-Gegenden III, 437.)

Süsses W. ist dann vorzugsweise der Fäulniss unterworfen, wenn es stagnirt u. die organischen Substanzen sich zu grössern Mengen darin anhäufen, ohne dass sie durch lebende Pflanzen (Schilf etc.) wieder zersetzt werden.

Das Meer-W. enthält überhaupt, besonders in der Nähe der Küsten, ein Chaos organischer Stoffe, die grösstentheils von der Fäulniss thierischer Körper, besonders der Fische u. Weichthiere, herrühren; weshalb es auch, wenn es stagnirt, der Zersetzung so leicht unterworfen ist. Zuweilen scheiden sich diese Stoffe in nicht organisirten Gerinnseln aus. In Lösung ertheilen sie dem Meer-W. eine leicht sulzige Beschaffenheit u. eine wenig gelbliche Färbung. Nach wiederholtem Eintauchen der Hand entsteht, wenn man sie unabgetrocknet der Lufteinwirkung überlässt, zwischen den Fingern das Gefühl eines leichten Zusammenklebens; nach öfterm Untertauchen, so wie nach dem Trinken von Meer-W., bleibt dieselbe Empfindung an den Lippen zurück. Die klebrige Materie verräth sich auch an dem Kleben der vom Meer-W. benässten Haare. Man hat wohl dieses öligklebrige Gefühl dem Kochsalze zugeschrieben, doch soll es nach Gräfe weder bei künstlichen Kochsalz- noch Seesalzbädern eintreten. Die Spur Salmiak, welche der Rückstand des Meer-W. beim Glühen liefert, ist vorzüglich den organischen Stoffen zuzuschreiben.

Durch Düngerstoffe, durch Hanfrösten u. andere technische Verrichtungen können oberflächlich fliessende W. oder Brunnenwässer eine zufällige Verunreinigung erfahren. Von einem Tuffwasser zu Anagne sagt *Lancisi: „Quanquam aqua nullum suapte natura spiret odorem, nullaque alia prava infestaque qualitate praedita videatur, tamen propter caeparum in vicinis hortis sationem (?) linique et cannabis in ea macerationem hic illic male olere solet." Die Infiltration der Fäkal- u. Urinstoffe durch den Boden in das Trinkwasser wird oft durch die freundschaftliche Nachbarschaft der Brunnen u. Abtritte veranlasst. Pappenheim fand das W. eines Brunnens in der Nähe der Pferdestation des Marktes zu Zeiten bierbraun u. ammoniakalisch riechend. — Wo aber die unreinen Stoffe eine Humusschicht passiren müssen, welche das W. nur capillarisch durchtreten lässt, werden sie von dieser grossentheils zersetzt u. gebunden. Daher kommt es, dass das W. grosser Städte, deren Boden mit thierischen u. pflanzlichen Abfällen, mit Excrementen u. s. w. beladen ist, dennoch oft besser ist, als man erwarten möchte. „Die sogenannte Humusschicht erlangt eine gewisse Dicke, die über eine gewisse Grenze hinaus nicht mehr zunimmt. Daraus geht hervor, dass diese organischen Säuren in grösserer Tiefe eine Zersetzung erfahren. Diese Zersetzung zeigt sich am deutlichsten in dem Boden der Städte, welcher durch Abtritts- u. Senkgruben im höchsten Grade verunreinigt wird. In solchen Städten nun, wie z. B. in Utrecht, hat man das beste Quellwasser. Und welches die Zersetzungsprodukte dieser organischen Stoffe sind, erkennt man gleichzeitig aus diesem Quell-W.; nämlich ausser etwas Ammoniak u. Salpetersäure, kein anderes organisches Produkt als Kohlensäure." (Mulder.) Es sind nicht blos die Humussäuren, welche vom Boden angezogen werden, sondern es werden auch die ammoniakalischen Fäulnissprodukte aufgenommen, besonders haben Lehm u. Thon die Eigenschaft, der Mistjauche u. dem gefaulten Urine die Riechstoffe zu entziehen

(S. 179, Anm.). Darum bleibt es aber doch wahr, dass nicht selten derartige Stoffe in die Brunnen hineingerathen. *)

Suspendirte organische Fermentstoffe können bei Trinkwässern einen grossen Einfluss auf die Zersetzungsfähigkeit des W. haben. Bouchardat u. Ducommun machten (1839) folgende Versuche, wozu W. aus einem stinkenden, abscheulich schmeckenden Sumpfe diente. Eine Probe dieses W. filtrirten sie durch Sand u. Kohle, wodurch es seinen faulen Geschmack u. Geruch verlor; es blieben aber noch einige Flöckchen organischer Substanz darin, durch deren Vermittlung es nach einem Tage grossentheils seinen schlechten Geruch u. Geschmack wieder angenommen hatte. Eine andere Probe wurde besser filtrirt, so dass es vollkommen klar war; obschon es mit Tannin u. mit Quecksilbersublimat noch einen ziemlichen Gehalt an organischer Materie verrieth, blieb es doch 12 Tage in einer Flasche klar, geschmack- u. geruchlos. W., welches mit faulenden thierischen Substanzen inficirt u. dann durch Kohle filtrirt war, hielt sich in der Flasche gut; es faulte aber schnell, wenn mit Tanninlösung darin ein Präcipitat erzeugt wurde, das als Ferment wirkte.

§. 224. Buttersäure, Capronsäure, Propionsäure.

Im Boden, wo Pflanzen-Eiweiss u. -Casein faulen, ist die Gegenwart von Butters. u. Baldrians. erklärlich; in der That wurde Butters. von Pierre im Ackerboden nachgewiesen. Nach Jongbloed kommen in der Gartenerde folgende flüchtige Säuren vor: Essigs., Butters., Ameisens., wahrscheinlich auch Propionsäure. Es kann also nicht auffallend sein, dass derartige organische Säuren im W. gelöst angetroffen werden. **)

Butter- u. Capronsäure hat wohl zuerst H. Bauer im J. 1838 in einem Mineralwasser vermuthet; bei Schönberg, einem Dorfe bei Görlitz, sind mehrere Brunnen, die sehr wenig mineralisirt sind; zwei derselben (Krampf- u. Augenbrunnen) zeigten bei der Prüfung *HS* u. organische Säuren; sie hatten einen fauligen Geruch, ranziger Buttersäure oder Capronsäure ähnlich. Kraut wies im Bachwasser einer moorigen Gegend bei Stade, das nicht mehr frisch war, sondern längere Zeit gestanden hatte, diese beiden Säuren nach; das W. war fast farblos u. enthielt fast ebenviel organische Stoffe, wie unorganische; Baldriansäure fehlte. (Annal. d. Chem. CIII, 29.) Buttersäure fand auch Schweizer (Mittheil. des Apotheker-Vereins 1852, 42) in einem auffallend schädlichen W., worin der buttersaure Kalk aber im Gehalte sehr wechselte. Bei anhaltender Trockenheit fanden sich in 10000 an löslichen Bestandtheilen 15 vor, meist aus buttersaurem Kalk bestehend; 1 Monat später nach Regenwetter nur 4,8. Auch im Sickerwasser eines Stollens zu Zürich, in der Nähe einer Grube, die mit Abfällen von Thieren gefüllt war, traf er Buttersäure (Oesterlen's Zeitschr. f. Hyg. I, 1; 1859).

Man könnte nun danach glauben, dass diese Fettsäuren immer von zufälligen Verunreinigungen oder von Zersetzungen eines Sumpfwassers herrührten. In einem Falle wollte man sie z. B. davon ableiten, dass die Schafe in dem

*) Bononiae putei usu ipso viscera gravant atque oppilant; vitio soli, quod gypseum est et eadem latrinarum destillatione: quae procul dubio in omnibus magnis civitatibus communis caussa de malitia putealium aquarum esse potest. (Baccii l. de thermis, 1587.)

**) Ueber die Wirkung dieser organischen Säuren als Auflösungsmittel der Silicate s. S. 178.

betreffenden W. gewaschen wurden. Aber man hat Buttersäure auch in mehreren Mineralwässern gefunden. Wäre dies nur im Brückenauer Eisensäuerling der Fall, wo Scheerer 1855 Buttersäure neben Propionsäure u. Essigsäure fand, indem er den Rückstand (wie Lefort angibt) mit concentrirter Schwefelsäure behandelte, so könnte man vermuthen, dass diese Säuren erst in den Gefässen des Chemikers entstanden seien.

Man fand aber noch Butters. im W. von Moosbad, Schwendibad u. Wiesau. Im Sauerwasser von Krynica fand Alexandrowicz 1858 in 10000: Buttersäure u. andere organische Säuren 0,021, Ameisensäure 0,0047. Jene Säuren (Propion-, Essig- u. Buttersäure) berechnete er als Natronsalz zu 0,0333.

Propionsäure fand sich in Minimalmengen in den M.W. von Baden-Baden, Brückenau, Krynica, Moosbad, Rothenfels, Schwendibad, Weilbach.

§. 225. Ameisensäure.

Diese flüchtige Säure, die sich bekanntlich leicht aus Harzen u. bei der Humus- u. Torfbildung erzeugt, scheint in M.W. nach neuern Untersuchungen gar nicht selten zu sein. Schon vor langer Zeit hatte Kastner bei einer Qu. zu Brunn eine kleine Menge davon (nebst unterschwefliger Säure u. Spuren von salpetriger Säure!) angegeben (Archiv V, 142) u. in einer M.Qu. von Prinzhofen bei Straubing meinte Pettenkofer auch Ameisensäure gefunden zu haben (Arch. VII, 106). Man fand diese Säure später in den Wässern von Brückenau (hier auch in der nur sehr wenig f. G. enthaltenden Sudquelle), Karlsbad (?), Ronneby (Hamberg), Schwendibad, Weilbach (Fresenius), Wiesau (0,009 ameisens. Natron), Krynica (0,0047 in 10000: Alexandrowicz 1858). Vgl. S. 485.

Als Beispiel der Methode zur Auffindung flüchtiger Säuren gebe ich ein Referat über die von Hamberg am W. der alten Qu. zu Ronneby 1858 ausgeführten Arbeiten. „Es wurden 150 Liter frisches W. abdestillirt; das Destillat, in 3 Flaschen aufgenommen, erschien vollkommen klar u. farblos. Auf neutrale Lakmuslösung reagirte das Destillat der erstgefüllten Flasche deutlich sauer, das der zweiten sehr schwach sauer, das der dritten neutral. Der Inhalt der ersten Flasche, 9500 C.C., wurde mit Soda stark alkalisirt, in Porcellan (am Ende in Platin) bis auf 100 C.C. concentrirt, filtrirt, mit verdünnter Schwefelsäure in unbedeutendem Ueberschuss, dann mit Chlor u. schwefelsaurem Silberoxyd (ohne Ueberschuss von Silbersalz) versetzt u. destillirt, so lange als das Uebergehende sauer reagirte. Nach Zusatz von Barytwasser, Abscheiden des Baryts (durch Kohlensäure, Kochen etc.) wurde das Abgedampfte mit Alkohol extrahirt. Der Alkoholauszug betrug 0,0116 Grm. getrocknet, wovon 85 proc. Alkohol 0,0028 Grm. Barytsalz auszog. Das in lauwarmem W. mit Weinsäure in Ueberschuss gelöste Barytsalz gab einen deutlichen ranzigen Geruch von sich, der an Propionsäure erinnerte."

„Das von Alkohol Ungelöste wurde in W. gelöst, davon ein Theil mit schwefels. Silberoxyd versetzt u. erwärmt, wodurch Silberoxyd gleich reducirt wurde; ein anderer Theil mit aufgelöstem Quecksilberchlorid behandelt, opalisirte bald beim Erhitzen u. gab einen weissgrauen Niederschlag. Diese Reactionen beweisen die Gegenwart von Ameisensäure."

§. 226. Essigsäure, Holzessigsäure.

Essigsaure Salze sind nur in sehr wenigen Wässern u. meistens nur in ganz unbedeutenden Mengen gefunden worden, z. B. in Brückenau (von

2 Forschern gefunden, namentlich schon vor längerer Zeit von Vogel), Elster, Hiddingen, Kiralyfalva, Moosbad, Schwendibad, Szalatnya, Wildegg. Kastner wollte in warmen, von Erdbränden herrührenden (?) Quellen Kalk- u. Magnesia-Acetate u. Succinate gefunden haben. Schon Vauquelin fand im W. von Craveggia essigs. Natron. (Trommsdorff's Journ. L, 1827.)

Zur Erklärung des Ursprungs der Essigsäure kann die Thatsache dienen, dass die Destillationsprodukte der Braunkohlen von Essigsäure stark sauer sind, dass auch in dem von Torf erhaltenen Destillate Essigsäure vorhanden ist, u. dass diese Säure sogar in der Ackererde angetroffen wird.

Holzessigsäure. Döbereiner erhielt aus dem Ronneburger M.W. holzessigsauren Kalk (Kastners Arch. XVI, 181, 122). Nach einem andern Referate (*Schweiggers J. XXIV, 1828) fand er Bergtheer u. ein sich wie holzessigs. Kalk verhaltendes Salz — trocken von strohgelber Farbe, in hoher Temperatur verkohlend unter Entwicklung von Dämpfen, welche wie geröstetes Holz rochen, sich in W. u. Alkohol lösend u. bei der Behandlung mit Oxalsäure in der Wärme einen Dampf gebend, der den Geruch des sauer gedämpften Fleisches besass. Der durch Bleisalz gebildete Niederschlag gab bei der Zersetzung mit Schwefelwasserstoff u. beim nachherigen Verdampfen des Flüssigen eine dem von Berzelius entdeckten brandigen Extraktivstoffe ähnliche Substanz u. die mit diesem neuen Brunnensalze vermischte Silberauflösung wurde schwarz, wenn sie mit demselben erhitzt wurde.

§. 227. Bernsteinsäure, Benzoesäure, Honigsteinsäure.

Eben (§. 226) wurde das Vorkommen von Bernsteinsäure in warmen Wässern erwähnt. Diese Säure gehört auch unter die Verwesungsprodukte u. kommt vielleicht als solches häufiger im W. gelöst vor, als man glaubt. Bernsteins. u. Benzoesäure sind nach Göttl wahrscheinlich im Karlsbader W. vorhanden.

Bahr glaubte aus einem Stockholmer W. mikroskopische Krystalle von Benzoesäure erhalten zu haben, die aber nicht weiter nachgewiesen wurde.

Ich schliesse hier noch eine nicht sublimirbare organische Säure an, welche mit Thonerde ein sehr selten vorkommendes, jedenfalls aus wässeriger Lösung entstandenes Mineral bildet, nämlich die Honigsteinsäure, welche für sich in W. löslich ist. Man wollte sie neulich im M.W. von Neyrac gefunden haben.

§. 228. Harzige und wachsartige Stoffe.

Harzige Stoffe sind an der Erdoberfläche u. in manchen Mineralien so verbreitet, dass das W. oft Gelegenheit haben muss, sie aufzulösen, wenn sie in blossem W. auflöslich sind, was meistens aber nur höchst wenig der Fall ist, oder wenn die Gegenwart von Alkalien ihre Auflösung begünstigt. In einem früheren §. haben wir auch bereits den geringen Bitumen-Gehalt vieler W. berührt. Wenn Boutron u. Henry dem W. des todten Meeres 95 Z.T. bituminöser Substanz zuertheilen, so konnte diese doch nicht in Lösung gewesen sein.

Unbestimmtes Harz. Das W. der berühmten Qu. bei der Kapelle des h. Bruno (Isère), 1181 M. ü. d. M., liefert beim Abdampfen eine schwierig filtrirende Flüssigkeit u. hinterlässt einen harzigen, sich aufblähenden, mit bituminösem Geruch verbrennenden Rückstand. Dieser Bestandtheil stammt angeblich aus den Massen fossiler harziger Bäume, die in den Erdschichten jener Gegenden aufgehäuft sind.

Harze der Schwefelwässer. »Aller Schwefel« sagt Du Menil »scheint Erdharz zu enthalten, wie es auch umgekehrt häufig der Fall ist. Vauquelin fand nach der Destillation des erstern nahe 4 Procent Kohle im Rückstand, die also gewiss einen Bestandtheil jener Substanz (des Erdharzes) ausmachte.« In einigen Schwefelwässern, z. B. zu Eilsen, Limmer, Winslar u. anderwärts will man eine Verbindung von Schwefel u. Harz beobachtet haben.

Grüne Harze. Das von Neljubin in den Qu. am Maschuka gefundene gelbgrüne »Schwefelharz« schmeckt schweflig u. dem Guajakharz ähnlich, riecht nach gebratenen Zwiebeln, ist in Alkohol leicht löslich. *Creve beschrieb ein aus dem Weilbacher W. erhaltenes Harz als eine wachsartige, meergrüne, bittere, beim Verdampfen knoblauchartig, nach mehreren Jahren dagegen wie peruvianischer Balsam riechende u. mit Flamme brennbare Substanz, die er vergebens aus den Braunkohlen bei Weilbach durch langes Digeriren mit Weingeist zu erhalten versuchte. Auch in den Kochsalzthermen von Aachen u. Burtscheid existirt ein grünes Harz. Von der heissesten Qu. zu Burtscheid gibt Hamberg Folgendes an: »10 Liter W. wurden concentrirt u. der Niederschlag von den niedergefallenen kohlensauren Erden abgeschieden. Das ganz farblose Filtrat wurde verdampft u. der Rückstand bis zum Glühen erhitzt, ohne sich im Mindesten zu schwärzen; er zeigte sich somit frei von in kohlensaurem Natron löslicher organischer Materie. Die kohlens. Erden wurden dagegen beim Erhitzen graugeschwärzt u. dabei verbreitete sich ein empyreumatischer Geruch. Beim Auflösen der Erden in Salzsäure u. Eintrocknen wurde aus dem Rückstand mit Chloroform ein harziger Stoff ausgezogen. Dieser Harzstoff hat die Eigenschaft sehr intensiv zu färben, so dass eine concentrirte Lösung schwarzbraun, eine verdünnte grüngelblich aussieht. Im Verlaufe der Analyse hatte ich schon mehrmals bemerkt, dass, ungeachtet alle färbenden Metalloxydsalze entfernt waren, die sauren Lösungen, namentlich die von grösseren Wassermengen, eine deutliche grünlichgelbe Färbung hatten u. ich bezweifele nun nicht, dass diese Färbung vom Harzstoffe veranlasst worden. Dieser harzige Stoff löst sich auch in Aether u. Alkohol, ebenso in Salzlösungen, wenig in Wasser. Mit Natronkalk erhitzt gab er Spuren von Ammoniak. *Monheim sagt über das Aachener W.: »Frisch geschöpftes M.W., sorgfältig abgedampft, setzt eine organische Materie von animalischer Natur ab, welche zugleich mit etwas Kieselerde sich ausscheidet.« *Liebig nahm keinen Absatz organischer Substanz beim Eindampfen wahr. Auch Wildenstein u. Wings fanden nur in den beim Abdampfen niederfallenden Erden eine organische, harzige Substanz. Liebig sagt über den im Aachener W. aufgelösten organischen Stoff, dass er bituminöser Natur sei. »Erhitzt man den eingetrockneten Rückstand der Aachener Qu. (nach dem Sättigen mit Salzsäure) zum gelinden Glühen, so

tritt Bräunung oder Schwärzung ein, es sublimirt ein Hauch von Salmiak an eine darüber gehaltene Glasplatte, bei grösseren Mengen verbreitet sich ein deutlicher Petroleum-Geruch.« Das ist ungefähr Dasselbe, was einer der ältesten Monographien dieses W., *Fabricius Ruremundanus (1652), von der Corneliusqu. sagt: »Bituminis nonnihil inesse, certis indiciis deprehendimus.« *Lausberg u. Gimbernat haben auch schon den Bitumengehalt des Kalksteines, woraus die Aachener Qn. kommen, hervorgehoben. *)

Harz in Quellabsätzen. In den Quellablagerungen von Vichy traf Bouquet Bitumen.

Wachsartige Stoffe. Wachsartige Stoffe sind in mehreren Arten von Schlamm, Torf u. dgl. gefunden worden. Ozokerit, jetzt auch Paraffin genannt, ist eine Art spröden Wachses, das mit stark russender Flamme brennt. Er kommt stets in der Nähe von Kohlen- u. Steinsalzlagern vor. Neft-gil oder Steintalg aus dem Sande der Naphthainsel Tschileken im Kaspi-See ist stets nachbarlich den Naphthaqu. u. scheint nach Fritzsche (J. f. prakt. Chem. 72, 821) darin gelöst zu sein.

§. 229. Fettartige Stoffe.

Auf derartige Stoffe (Steinöl ausgenommen) hat man bisheran nur selten geachtet. **)

Im W. von Plaine kommt nach Hectot ein festes Oel vor. Der Unschlittbrunnen zu Diemptingen (Bern) soll eine weisse Materie an den Wänden ansetzen, die nach einigen Tagen wie stinkendes Fleisch zu riechen anfängt. So soll auch das einige Tage aufbewahrte W. riechen, welches auf den Flaschen eine faulende talgartige Materie (?) absetzt. Döbereiner beschreibt noch einen solchen, nach Talg riechenden, in Lösung nach frischer Fleischbrühe riechenden u. schmeckenden Stoff, der aber in W. leicht löslich war (vielleicht ein verseiftes Fett). Als Crenzberg eine bedeutende Menge Karlsbader W. abdampfte, nahm Alkohol aus dem Rückstande eine halbflüssige, opalisirende, geruch- u. geschmacklose, fettartige Substanz auf, die beim Verbrennen wie verbrannte Seife roch. Aus 41,8 Pfd. erhielt er 1,12 gr. davon, also nur 0,035 Z.T. (*Hufel. Journ. 1835).

Am besten beobachtet ist ein derartiges Fett, das in einer jetzt unbenutzten Qu. von Jenatz vorkommt, deren W. hell, dem Gefühl nach fettig ist u. das sich in den Behältern mit einer fetten schillernden Haut bedeckt. Beim Sieden sonderte sich ein weisslicher fettig anzufühlender Schaum ab, der theilweise aus kohlens. Kalk bestand. Wurde dieser in einer Glasröhre erhitzt, so entwickelte er einen starken, nach verbranntem Unschlitt riechenden Rauch, während sich an den kältern Theilen der Röhre einige Tropfen empyreumatischen Oels absetzten. Mit Schwefeläther konnte man daraus einige

*) Im torfartigen Badeschlamm zu Meinberg ist viel grünes Harz.

**) Scheererit nennt man eine in Braunkohlenlagern vorkommende wallrathartige, wie Perlmutter glänzende, auf Papier Fettflecke machende fossile Substanz. Eine Art derselben wird bei 40° flüssig u. destillirt bei 92°. Geschmolzen bleibt sie noch lange flüssig, auch wenn sie erkaltet ist.

Grane einer fetten, weissen Substanz ausziehen, welche die Consistenz des Talgs hatte, bei 30° zu einem klaren Oele schmolz u. einen Geruch nach ranzigem Talg mit einer kaum merkbaren Spur von Geruch nach Steinöl verbreitete. Auf Papier machte diese Substanz Fettflecken. In Alkohol war sie wenig löslich. Sie verbrannte mit starkem Rauch u. Fettgeruch ohne Flamme u. hinterliess eine Spur von Kohle. Ein damit getränkter Baumwollfaden brannte mit heller Flamme ohne Rauch.

Anderer Art muss die flüchtige, fette, perlartige Substanz sein, die aus dem Dunste der Thermen von Abano angeblich bei 12°5 sich verdichtet.

§. 230. Nach Fleischbrühe riechender und schmeckender Stoff.

Bei kalten Qu. hat man sehr selten einen Geruch nach Fleischbrühe wahrgenommen, woran doch wohl eben nur der Mangel an Dampfbildung schuld ist. Beim Abdampfen des W. der 10°5 warmen Inselqu. von Bex verbreitet sich ein Geruch nach sehr starker Fleischbrühe.

Der Fleischbrüh-Geruch wird grade auch vorzugsweise beim Abdampfen vieler Thermalwässer bemerkt, welche aber auch schon an ihrem Ursprunge mehr oder weniger diesen Geruch verbreiten. Namentlich in der Nähe des heissen Karlsbader Sprudels riecht es nach Fleischbrühe. Hinsichtlich des Geruchs vieler andern Thermen ist man weniger einstimmig u. Manche glauben, dass der warme Dunst mehr durch Ideen-Association als durch einen eigenen Riechstoff an Fleischbrühe erinnere, besonders wenn ein etwas salziger Geschmack des warmen W. diese Täuschung unterstütze. Ueber den Fleischbrüh-Geruch der W. von Aachen u. Burtscheid kann man immerhin sehr zweifelhaft sein, obschon diese Thermen theilweise noch heisser als der Karlsbader Sprudel sind. Besonders ausgezeichnet durch einen offenbaren »Geschmack« nach Fleischbrühe sollen die sogenannten Bains de potage, Schwefelthermen im Kaukasus, sein. »In der That« sagt Cameron »ist der Geschmack des W. meiner Meinung wenigstens nach, von bedeutend besserer Qualität als eine ähnliche Flüssigkeit, die unter demselben Namen Denen ausgetheilt wird, welche die Kur der Schwefelbäder gebrauchen u. eine entsetzliche Diät befolgen müssen; auf jeden Fall hat es kräftigern Geschmack als die Suppe, die einen Theil der Rationen des russischen Militärs bildet.« Dieser eigenthümliche Geruch u. Geschmack muss also wohl von einem Stoffe abhängen, welcher höchst penetrant nach Fleischbrühe riecht, weil in den Thermen so sehr geringe Mengen von organischen Stoffen vorhanden sind. Dies ist namentlich auch in den Karlsbader Qu. der Fall, bei denen die meisten Analysen keine wägbare Menge organischer Stoffe angeben, obwohl ihrer mehrere vorhanden zu sein scheinen.*) Den so gehaltarmen Wässern von Gastein wird noch ein Fleischbrüh-Geruch zugeschrieben. Ueber die Natur dieses noch nie isolirten Stoffes weiss man nichts Näheres. Er muss flüchtig sein. Gimbernat suchte ihn aus den Dämpfen der Solfatara bei Puzzuolo zu gewinnen. Auch der wässerige Niederschlag, den er aus den

*) Göttl glaubte verschiedene Harze, Quell- u. Quellsatzsäure, wahrscheinlich auch Ameisen-, Bernstein- u. Benzoesäure nachweisen zu können.

Dämpfen des Vesuvs mittels eines Destillations-Apparates erhielt, hatte, wie viele Anwesende bezeugten, einen entschiedenen Geruch u. Geschmack nach Fleischbrühe.

Man ist versucht, bei diesem Stoffe an Inosinsäure zu denken, deren verdünnte Lösung einen angenehmen fleischbrühartigen Geruch hat u. deren Salze beim Erhitzen einen starken u. angenehmen Geruch nach gebratenem Fleisch haben.

Gewöhnlich wird der nach Fleischbrühe riechende Stoff mit der Quellengallerte der M.W. für identisch gehalten; es ist aber nicht bewiesen, dass die Reaktionen, wie sie gewöhnlich für die organische Materie der M.W. angegeben werden, auf denselben Stoff gehen, der nach Brühe riecht u. schmeckt. Monheim bemerkt zwar, dass das Theiothermin, welches kalt wenig Geruch u. Geschmack habe, beim Kochen, besonders in verschlossenen Gefässen, dem W. Geruch u. Geschmack nach Fleischbrühe mittheile u. dass dies auch schon einigermaassen stattfinde, wenn man über eine etwas bedeutende Menge davon, unter heftigem Kochen in einer Glasretorte W. abziehe. Es beweist dies aber nicht, dass der ganzen Masse, deren Reaktionen er angibt u. welche wohl nur ein gallerthäutiger Absatz aus dem W. war, diese Geruch zukomme. Nach *Andrejewskiy theilt die Oscillatoria labyrinthiformis dem heissen W. keinen Fleischbrühgeschmack mit. Vgl. §. 229.

§. 231. Gelöste organische Stoffe überhaupt.

Ausser den im Vorhergehenden näher besprochenen organischen chemischen Verbindungen enthalten manche W. auch nicht isolirbare organische Stoffe. Diese mögen unter gewissen Umständen sehr mannigfaltig sein. Schon das Meteor-W. pflegt kleine Antheile organischer Substanz zu enthalten, namentlich eine die Silbersalpeter-Lösung röthende. (Schweigger's Journ. XVIII, 153.) Im Hagel, wo auch Mène Spuren organischer Substanz antraf, hat Girardin eine mit Silber einen nachher sich röthenden Niederschlag bildende Materie gefunden, die beim Verbrennen thierisch-brenzliche Dämpfe entwickelte. Im Schnee fand Meyrac Organisches. Im Regen traf Bineau eine gelbliche Substanz, die einen brenzlichen Geruch beim Verdunsten des W. bemerken liess; besonders war dies bei dem in Lyon gesammelten Regen der Fall. Die Natur dieses Stoffes ist gewiss eine sehr veränderliche u. gemischte. Barral fand in dem in Platin aufgefangenen Regen eine gelbe stickstoffhaltige, in Nädelchen krystallisirende Substanz. Chatin meinte der Zusammensetzung nach sie als Ulminsäure bestimmen zu können u. zwar zu 0,5 Z.T. ulminsaures Ammoniak (1852). R. A. Smith fand 0,1 Z.T. organischer Substanz im Regen.

Es ist jedenfalls ein Theil dieser organischen Stoffe im Regenwasser nur suspendirt u. besteht aus pflanzlichen u. thierischen Theilchen, die der Regen aus der Luft niedergeschlagen hat.

Wenn auch das Regen-W., indem es durch die obern Erdschichten filtrirt, einen Theil dieser organischen Theilchen verlieren mag, so gibt es doch nur wenige Quellwässer, die gar keinen organischen Stoff in Lösung bemerken lassen. Meistens mag dieser aus Quellsäure, Quellsatzs. u. Humussäuren bestehen.

Vom Ackerboden nimmt das W. gewiss oft sehr verschiedene organische Substanzen an; selbst aus den lebenden Pflanzen scheint es etwas auszuwaschen (S. 174). In der Erde, sogar in den Gesteinen trifft das W. noch organische Stoffe an, deren chemische Natur nicht feststeht. In den gemeinen u. edlen Wässern muss also nothwendiger Weise vielerlei Organisches gelöst sein, wenn es sich auch wegen seiner geringen Menge nicht immer den Sinnen bemerklich macht.

Die Menge desselben richtet sich theils nach der Witterung. Indem Forchhammer ein Jahr lang das in Kopenhagen benutzte W. mit übermangansaurem Kali auf organische Stoffe prüfte, fand er, dass diese im Sommer am stärksten vertreten waren, im Winter, sobald das W. gefror, grösstentheils verschwanden, auch durch Regenwetter u. ebenfalls durch einen langen Verlauf des W. in offenen Rinnen vermindert wurden. (British Assoc. 1849.)

Die Menge des organischen Stoffes zu bestimmen, ist mit einigen Schwierigkeiten verbunden; jetzt geschieht diese Bestimmung meistens durch den Verlust, den die trockene Salzmasse beim Glühen erleidet. Selten erreicht die Quantität 0,5 Z.T.; sehr oft sind nur unwägbare Spuren vorhanden; selten fehlen auch diese, wie nach Fresenius im Wiesbadener W., dessen Salzrückstand wenigstens beim Glühen nicht gebräunt wird. In einzelnen gehaltlosen Qu. ist der Gehalt an organischem Stoff nur relativ gross, z. B. im W. von Labassère, wo er fast $^1/_3$ des ganzen Rückstandes ausmachen soll.

Dupasquier schlug zur ungefähren Bestimmung der Menge des organischen Stoffes den Zusatz von einigen Tropfen Goldchloridlösung zu 60—120 Gr. W. vor; wird dann das W. gekocht, so soll es sich bei einer grösseren Quantität organischer Substanz anfangs bräunen u. bei längerm Kochen violett färben. Doch ist diese Methode von geringem Werthe, wie Pappenheim bemerkt. „Ganz untrinkbare, an organischen Substanzen reiche Wässer sah ich häufig das Chlorgold beim Kochen ganz unverändert lassen, u. ganz erträgliche, nur ein wenig Sumpfgas führende Wässer können nach Dupasquier's Probe als ganz gefährlich erscheinen. Bekanntlich wollte Dupasquier nach dem Resultate dieser Probe beurtheilen, ob ein W. trinkbar sei oder nicht. Es ist hieran nicht zu denken." „Die Methode hat gar keinen Werth, wenn auch Eisenoxydul, *SH* oder andere reducirende unorganische Substanzen im W. gar nicht enthalten sind." Auch der organische Stoff der M.W., z. B. der von Plombières, zersetzt das Chlorgold nicht immer.

Die quantitative Bestimmung des organischen Stoffes mit übermangansaurem Kali wurde schon 1849 von Forchhammer angegeben (British Assoc.; cf. Froriep's Tagesberichte 1850); selbst schon früher von R. A. Smith zur Bestimmung der organischen Materie der Luft, später von Schrötter (Wien. Akad. 1859, Febr.); danach haben Monnier u. Hervier sie mit geringen Modifikationen in Anwendung gebracht (Dingler's polyt. Journ. Bd. 157, S. 132. Bd. 159, S. 400). Sie beruht auf der Zersetzung des übermangans. Kalis bei Zusatz von Schwefels. ($^1/_{500}$) in der Wärme (etwa 70°) durch gewisse organische Substanzen, namentlich Humussäure.

Zur Herstellung der Normal-Chamäleonlösung sind nur die reinsten, durch Verdampfen über Schwefelsäure erhaltenen Krystalle, u. zu ihrer Lösung ein mit etwas übermangansaurem Kali destillirtes Wasser zu verwenden. Eine solche Lösung hält sich längere Zeit ganz unverändert. Auch die Schwefelsäure, welche man dem zu untersuchenden W. zusetzt, ist vor dem Versuche auf einen Gehalt an organischen Bestandtheilen zu prüfen.

Die Annahme des Punktes, bei welchem die bleibende Röthung eintritt, ist eine etwas willkürliche. A. Vogel jun. hat die Operation als beendet angesehen, wenn nach 5 Minuten Stehen noch deutlich eine rosenrothe Färbung wahrgenommen werden konnte.

Schneewasser zersetzte per 10 Liter 9,8 Centigr. des Salzes;

Münchener Brunnenwasser nur 0,2—1,8 Centigr., Isarwasser oberhalb der Stadt nur 4—5 Centigr., nach dem Durchflusse durch die Stadt 32—36 Centigr. (Vogel.)

Nach Monnier zersetzte das käufliche destillirte W. (10000 Gr.) 1—3 Centigr., das Seine-W. bei Bercy 6 Centigr., das Brunnen-W. von Paris 3—12 Centigr. Chamäleon (Compt. rend. 1860, No. 24).

Wie empfindlich die Reaktion ist, ergibt sich aus dem Versuche, dass ein W. von 1,4 Centigr. Zersetzungsvermögen nach mehrmaligem Eintauchen der Hände 54 Centigr. des Salzes zu zersetzen im Stande war.

Man thut gut, den Titre der Chamäleonlösung auf Oxalsäure zu stellen. 1 Gr. reines Chamäleon wird etwa von der doppelten Menge Oxals. zersetzt.

Sehr ungünstig äussert sich Pappenheim über den Werth der obigen Methode zur quantitativen Bestimmung des organischen Stoffes. „Es ist im Principe geradezu falsch, die organische Substanz durch Titriren mit Chamäleon bestimmen zu wollen, wie einst Forchhammer wollte. . . . In sehr zahlreichen Experimenten sah ich Trinkwässer, reich an organischen Bestandtheilen, nicht einen Tropfen Chamäleonlösung entfärben."

Die Methode kann stets nur vergleichende approximative Werthe liefern, indem ganze Reihen von organischen Körpern auf das übermangansaure Kali nicht zersetzend einwirken.

Man hat in neuerer Zeit auch das Chamäleon angewandt, um den organischen Stoff der M.W. quantitativ zu bestimmen, wozu es sich aber auch nicht immer eignet. Das auf offenem Meere geschöpfte, von Infusorien freie Meer-W. zersetzt wenig Chamäleon.

Beim Eindampfen des Thermal-W. von Plombières bleibt eine stickstoffhaltige Materie in Verbindung mit den erdigen Stoffen zurück, wovon sie weder durch W. noch durch Alkohol zu trennen ist; sie entfärbt, wenn sie noch im M.W. gelöst ist, selbst in der Wärme übermangansaures Kali nicht. Quells. u. Quellsatzs. waren nicht vorhanden. (*Lefort.)

Die Natur der gelösten organischen Stoffe vieler M.W. ist meistens nur theilweise u. ihr Ursprung gar nicht bekannt. Man kann nur im Allgemeinen darauf hinweisen, dass viele sedimentären Formationen ganz aus verkalkten u. verkieselten Resten von kleinen u. grössern Organismen zusammengesetzt sind, die der lösenden Gewalt des W. nicht widerstehen u. dass sich dergleichen selbst in den urweltlichen Salzablagerungen finden. Die Urmeere waren früher gewiss ebenso wie jetzt mit einer Masse thierischer u. vegetabilischer Zersetzungsprodukte versehen, die sich theilweise in den sedimentären Formationen mit den festen Bestandtheilen niederschlugen. Bisheran ist es übrigens versäumt worden, nach den gewöhnlichen Zersetzungsprodukten der thierischen Weichtheile in den M.W. zu suchen. Härtere urweltliche thierische Gebilde, z. B. Fischknochen, können noch unzersetzten thierischen Stoff enthalten. In den fossilen Knochen hat man ja noch unversehrten Leim gefunden. Dieser muss sich auflösen, sobald er dem W. zugänglich wird. In versteinerten Muscheln findet sich noch Organisches erhalten. Warum soll sich kein Fischeiweiss, z. B. im Kalksteine, vorfinden können oder unzersetzter leimartiger Stoff der Algen, unter deren Mitwirkung die urweltlichen Sinterungen von Statten gingen? Die Frage nach dem Ursprunge der gelösten organischen Substanz hat aber so lange keine Bedeutung, als sie nicht für eine bestimmte organische Verbindung gestellt wird. Die eben besprochene organische Materie der Thermal-W. von Plombières fand sich in dem Granite nicht, woraus die Qu. entspringen; wohl enthielt das Gestein

eine andere, zwar in höchst geringer Menge, aber doch als Andeutung, dass auch solche, entlegenern Zeiten der Urwelt angehörende Gesteine bei ihrer Zersetzung den M.Wässern einen organischen Stoff mittheilen können.

§. 232. Organische Quellabsätze überhaupt.

Die vorzugsweise aus organischem Stoff bestehenden sog. Absätze der M.W. sind verschiedener Art; sie sind entweder ohne sichtbare Struktur, Gelatine-ähnlich, formlos für das Mikroskop, strukturlos, amorph, also auch leblos, oder sie bestehen aus mikroskopischen Formen. d. h. sie sind organisirt. Es wäre wünschenswerth, man hätte von jeher diese beiden Arten auseinander gehalten u. die Eigenthümlichkeiten einer jeden für sich beschrieben. Dies ist aber meistens nicht geschehen u. kann auch jetzt noch theilweise nicht geschehen, weil beide Arten zuweilen miteinander gemengt oder nebeneinander vorkommen oder die eine vielleicht gar in die andere übergeht. Namentlich scheint die leblose Quellgallerte noch häufig Sporen der Organismen u. Infusorien zu enthalten. Wir wollen aber versuchen, sie so viel als möglich zu unterscheiden, wenn dies auch dadurch schwer wird, dass beide von vielen Schriftstellern mit denselben Namen (Baregine u. dgl.) belegt werden.

Die organische Materie, die sich an sehr vielen Thermalwässern absetzt, konnte nicht unbekannt bleiben. Schon Fantonus beschreibt 1718 in einem Briefe an Lancisius eine zweifach gestaltete organische Masse, welche er in den Thermen von Valdieri antraf. „In quibusdam canalibus albidi flocculi et partim subrufi occurunt; et, quod insuper mireris, iidem canales candidam, levem, lucidam atque elegantissimam superficiem exhibent; ut quasi tenui lamella conchae margaritiferae vel serico panno denso tersoque obducta videatur. In eo quidem canali, qui aquae ad lavacrum ducit, albidae materiae crassiores flocculos inveni etc. . Alia quaedam subpinguia corpora vulgo *muffae* in vicinia fontium et eorum defluxu, ipsisque saxis inhaerentia passim cernuntur. Haec mollia sunt, spongiosa, calidis aquis satura, ut fumum continenter emittant. Plurima invenias non solum magnitudine et figura, sed etiam colore diversa, sublutea nempe, subviridia, subrufa, atque ex his nonnulla mistum colorem referentia. Animadverti ea potissimum generari, ubi tardissime fluunt aquae, ubique guttatim cadentes in suppositis lapidibus sistunt. Ita ex eminente saxi margine pendulum corpus ejusmodi totum fere cylindricum aliquando observabam, quod spithamam longitudine, crassitudine pollicem aequans in acumen definebat: a quo iterum decidentes guttulae in suppositorum lapidum planam superficiem multas insuper et amplas quasi *gelatinosas* placentas effecerant. Sed aliae minores brevioresque *muffae* ex oris saxorum pendentes, atque ab exilissimo rivulo labentis aquae productae pluribus locis occurrebant; quemadmodum vigente bruma cum a tectis, vel aquae ductuum fissuris gelida defluit, pendulos glaciei cylindros, aliosque aliis longiores amoeno spectaculo videmus. Et ea quidem *gelatinosa* corpora citius fieri, et incrementum capere hiemali tempore verisimile est.“ Fantoni stellte sogar chemische Experimente über die Natur der Muffe an u. spricht über den therapeutischen Nutzen, den die Anwendung dieser gelatinösen Massen habe. Die Beobachtung der gelatinösen Masse vervielfältigte sich wenig in der ersten Hälfte, dagegen um so mehr in der zweiten Hälfte desselben Jahrhunderts. Zunächst war Barèges der Ort, wo ihr Aufmerksamkeit von Meighan 1742 geschenkt wurde. Bald darauf, 1746, beschrieb sie Th. Bordeu, der sie zu Eaux bonnes als eiweissartige (Fett- oder Schwefel enthaltende) „Glaires“ beobachtet hatte. Lemonnier, der sie (schon 1747) zu Barèges sah u. mit Froschlaich verglich, bemerkte, dass sie am Feuer wie Wolle rieche. De Secondat sah sie zu Ax u. nannte sie Fucus thermalis (1747). Bayen, der die flocons gélatineux zu Luchon fand, wollte einen fetten u. einen bituminösen Stoff darin entdeckt haben (1766). Barbut traf sie zu Bagnols de Lozère, Bonvoisin u. Socquet zu Aix in Savoyen u. nannten sie thierischen Extraktivstoff. Sie wurde dann bald auch von St. Honoré, St. Sauveur, Aix en Provence, Cauterets, Aachen, Molitg, Vichy etc. beschrieben. Vauquelin traf sie zu Plombières, Ax, Ussat, Néris; er bemerkte, dass sie beim Verbrennen Ammoniak u. stinkendes brenzlichtes Oel gebe. Gimbernat, der sie unter

andern auch auf Ischia fand, nannte sie Zoogène (1815), Dispan u. Magnes-Lahens vegetabilisch-animalische Substanz, Anglada Glairine, Lonchamp Barégine (obschon er dieselbe Substanz auch in nicht geschwefelten Wässern von Néris, Plombières u. Bourbon angetroffen zu haben meinte). Monheim beschrieb sie sehr sorgfältig aus den geschwefelten u. nicht geschwefelten Quellen von Aachen u. Burtscheid in physikalischer u. chemischer Hinsicht (1829). Andere nannten sie extraktive bituminöse Materie, wobei ihnen mehr die in Lösung befindliche Substanz vorschwebte, oder nach dem Orte ihres Vorkommens: Nérisine, Luchonine, Daxine, St. Salvérine, Axine, Arline, oder in allgemeinerer Fassung: Thermaline, Pyrénéine, Géline, Glairidine, Gelatinöse Materie, Quellgallerte, Sulfurine, Sulfurose, Sulfurhydrine etc. Sehr allgemein in Frankreich ist der Name Sulfuraire, oder wenn keine Rücksicht auf die Struktur genommen wird: Glairine.

§. 233. Lebende mikroskopische Organismen.

> Un ouvrage, qui traiterait ex professo ce sujet difficile est fort désirable, mais il n'est pas même ébauché. Montagne.

Literatur. Allgemeine: Kützing Kieselschalige Bacillarien. Montagne Sylloge generum specierumque cryptog. Par. 1856. Stiebel Grundformen der Infusorien in den Heilqu. 184. *Dictionnaire des Eaux min. II, 1860 (Artikel: Organiques). Annal. d'hydrol. I, 213 (Néris u. Evaux), 245 (Artikel von Lambron), V, 290 (Artikel von Fermond u. Cazin über Valdieri u. Allard). Bull. de l'Acad. de méd. XXIII (Boudet), XXII. No. 24, 1857 (Aulagnier), XV, 335—379 (Turpin). Gaz. hebdom. 1855 (Mehrere Nummern). Cazin in Journ. de pharm. XXVIII, 1855. (Separat abgedruckt auf 19 p.) Auch eine Arbeit von ihm im J. 1858. *Schulz in Jahrb. d. Ver. f. Naturkunde in Nassau, 1852, VIII, 2. Abth. 49—89. Fresenius Ueber Oscillatorien im Museum Senkenbergianum, 1845. Bull. de l'Acad. des sc. 1837, févr. 200, 1836 21 janvr. Ehrenberg in Wiegmann's Arch. 1836, II, 240. Tozzetti Voy. en Tosc. 1792, I, 128—135 (über die grüne flottirende Haut u. die feste strukturlose Gallerte). Kastner's Arch. I, 455 (Osc. therm.).

Euganeen-Wässer: Meneghini Consp. algolog. Eugan., Patav. 1837. Zigno Plantae cryptog. in prov. Patav., 1834. *Andrejewskiy De therm. Apon. 1831. Pollini in Bibl. Ital. VII, 1817 u. Da Rio ibid. VII u. VIII.

Pyreneen: *J. L. Soubeiran Ess. s. l. mat. organisée des eaux sulf. des Pyr., 1858, 76 p. mit 2 Tafeln. (Hauptarbeit!) *Fontan Recherch. sur les eaux min. des Pyrén., 1853. *Filhol Eaux min. des Pyrén., 1853.

Aix: Bonjean in Journ. de pharm. et de chim. 1849, XV.

St. Amand: Arbeit von Montagne.

Ax: Alibert 1853.

Bourbon l'Archambault (Oscillatorien): *Grellois in Annal. d'hydrol. VI.

Croft: Villan Confervae spec. in aq. sulfur. Croft observ. (Byssus lanug.), 1782.

Karlsbad. F. Cohn (Algen) Bresl. 1863. (Abdruck aus d. 2. H. d. Abh. d. schles. Ges., 1862). Schwabe (Algen) in Linnea XI, 1837. *de Carro's Alman. 1831, 50—60, 1835 166—211 u. die folgenden Jahrgänge.

Valdieri: *Garelli Sagg. intorno alle muffe nelle acq. term. di Vald. con tav., Torino 1857.

Vichy: Petit in Union méd. 1855.

Vittel: Arbeit von Montagne. —

Die Beobachtung lehrt, „dass in vielen Mineralqu., so gut wie in jedem andern süssen oder salzigen W., organische Körper existiren; u. zwar sind dies theils Thiere, Infusorien u. Räderthiere, die jedoch immer nur lokal u. periodisch vorkommen, theils Organismen von zweifelhafter Natur wie Navicula u. ähnliche Diatomeen, theils solche, die man mit Sicherheit als Algen u. demnach als rein vegetabilische Körper betrachten kann. Unter diesen gibt es einige, wie die

Gallionella ferruginea, die vorzugsweise, aber keineswegs ausschliesslich in Qu. von bestimmter chemischer Mischung gefunden werden, die überwiegende Mehrzahl dagegen wächst ebenso häufig in dem allerverschiedensten fliessenden oder stehenden Wasser. Häufig trifft man die ersteren schon unmittelbar an dem Sprudel der Qu., u. während sie hier noch unvermischt u. in grosser Menge erscheinen, verlieren sie sich weiterhin um so mehr unter anderen neu hinzutretenden Formen, je länger die Qu. bei ihrem oberflächlichen Verlauf von den Einwirkungen der Atmosphäre berührt worden ist. In der Regel erscheinen dann zunächst mehrere grüne Oscillatorien u. einige Diatomeen und zwischen ihnen leben nicht selten auch einige Infusorien. Wo endlich die Qu. sehr langsam fliesst oder stagnirt, wie dies mehr oder minder in den Reservoiren der Fall ist, entfaltet sich das organische Leben in einer noch bunteren u. mannichfaltigeren Gestalt; hier, wo das W. durch die äusseren Einflüsse vielfache Veränderungen erleidet, kehren nothwendig alle die Erscheinungen wieder, welche in jedem stehenden W. zu beobachten sind. Je nach dem Wechsel der Jahreszeit und der veränderten Mischung des W. treten neben mancherlei Conferven auch verschiedenartige, aber durchaus keine „eigengearteten" Infusorien auf, und hier, wie dort, sind sie bald zahlreich, bald nur in geringerer Menge, und zu einer andern Zeit wieder gar nicht vorhanden. Weit wichtiger, als diese wechselnden und mehr zufälligen Bildungen, sind jene Organismen, die gleich der Gallionella ferruginea überall in der Qu. verbreitet sind u. durch ihre unausgesetzte, wuchernde Vermehrung zu einem constanten Bestandtheile des Thermalwassers werden." (Schulz.)

Die Gesammtform der mikroskopischen Gebilde ist nicht immer dieselbe u. ist abhängig von der Gestaltung der einzelnen Individuen. Oefters sind es pulverförmig untereinander liegende Formen, andere Male sind es aus einzelnen Fäden bestehende Gewebe, denen oft einzelne fremde isolirtere Formen eingenistet sind; sehr oft bildet sich aber auch eine gallertartige schleimige Masse, in welcher wenige oder keine Formen mehr zu unterscheiden sind. Die gallertartigen Gebilde überziehen den Boden des Brunnens oder des Quellablaufes, öfters auch die nächste Umgebung derselben flächenartig u. bilden mehr oder weniger dicke Häute. Die fadenförmigen sind, dort wo sie festhaften, allgemein auch als ein flächenartiger Ueberzug gestaltet, wo sie aber frei sind, flottiren sie gewöhnlich als Flocken oder wie längliche Schleimmassen im Wasser, z. B. wie es Taf. V, Fig. 8 dargestellt ist.

Um von der Mannigfaltigkeit dieser Gebilde einen Begriff zu machen, gebe ich im Nachfolgenden eine Aufzählung der an verschiedenen Mineralquellen beobachteten Formen, wohl bewusst, dass noch manche andere beschrieben sind, welche in solchen Wässern vorkommen. Hier u. da werden aber auch dieselben Spezies unter verschiedenen Namen oder einzelne nicht mikroskopische Formen aufgeführt worden sein.

Achnantes minutissima: St. Amand. Achn. salina. Queer gebänderte Fäden, mit einem seitlichen Stiele aufsitzend. In den Soolen von Artern, Dürrenberg, Göttingen. A. subsessilis: Euganeen-Thermen.

Achnantidium flexellum? (Diatomee): Vittel.

Amphithrix incrustata: Euganeen. A. rudis: Euganeen. A. therm.: Abano.

Amphora Aponina (Diatomee): Abano.

Anabaina bullosa: Karlsbad, Warmbrunn. A. calida: Warmquellen Nordamerikas. (A. monticula ?). A. rudis: Abano. A. smaragdina. Aehnlich der licheniformis: Olette. Cf. Taf. VI, 4. (A. thermalis. ?). Eine Form von Ems s. Taf. VI, 6.

Anacystis marginata: Euganeen-Thermen.

Bichatia (Microcystis) gelatinosa: Euganeen-Thermen. Cf. Gloeocapsa.

Cagniardia (Palmella) bulbosa: Euganeen-Thermen.

Calothrix nivea, Leptomitus?: Aachen, Greoulx (nach Daubeny), auch sonst. C. pulchra: Vittel.

Choetophora pisiformis: Vittel.

(Cladophora fracta: St. Amand.)

Closterium (Desmidee) baculum: Olette. C. Leiblini: Vittel. C. Lunula: Oletta, Hessfurt.

Cocconema cymbiforme (Diatomee): Vittel.

Conferva Aponina: Abano. Conf. bombycina: Vittel. C. heterocladia (fracta): Euganeen. Eine Conferve von Néris s. Taf. VI, 9. Die in Annal. d'hydrol.

II, 223 abgebildeten Conferven der heissen Bassins von Néris gehören mehreren Arten an. Die grüne Materie der Abkühlungsbassins enthält fast keine Fäden. Die untere Zone ist strukturlos. Die mittlere, aus einer weisslichen Gelatine mit einigen Fragmenten grüner Materie gebildet, ist opalin, wie käsig; sie besteht aus ovalen Zellen, die ungefähr in der Mitte eingeschnürt sind u. deren Kern aus grüner Materie besteht. Die obere Schicht ist grünbraun, fester als die vorige, besteht aus grünen Zellen, schwärzlichen kleinen Körperchen etc. C. rivularis: Euganeen. C. tenuissima: Bath. (C. thermalis?: Lippspringe.)

Die vorzüglichsten in den Euganeeischen Schwefelthermen vorkommenden Conferven sind nach Köstl folgende: 1) Conferva intexta *Poll.*, alba *Vand.*, bissus coriaceus thermalis niger *Vand.*: filamentis atro-viridibus simplicibus cylindricis tenacibus, invicem contextis. (Zu Abano.)

2) C. muscosa *K.*, filamentis brevibus, aequalibus, atrofuscis, deinde luteolis, inarticulatis, simplicibus, fasciculatis, extremitatibus recurvis obtusis. (Abano.)

3) C. jugalis *Müll.*, decimina *Poll.*, Conjug. princeps *Vauch.*: fil. simplicibus, laxe intricatis, geniculatis, nitide virentibus, articulis elliptico-cylindricis, granulorum numerosorum linea spirali duplici decussante. filamentis parallelis, demum conjugatis. Varietas: minor *K.*: fil. tenuioribus, granulorum linea spirali quadrupla. (Abano.)

4) C. ramosa *K.*: fil. intricatis. luteo viridibus, geniculatis, ramoso-dichotomis, articulis pellucidis, loculi longitudine latitudinem octoties superante, extremitatibus diaphanis, globulis conspicuis intus sparsis. (Montiron, Abano, Monte Borrolon, bei 30—37°.)

5) C. mollis *K.*: fil. longiusculis laxe intricatis, mollibus viride-lactescentibus, loculis fere repletis, longitudine latitudinem vix excedente. (Abano.)

6) C. multisepta *K.*: fil. inarticulatis simplicibus, subfuscis, septis confertis, loculi latitudine longitudinem ter excedente, extremitatibus obtusis aequalibus, 1. var. duplicata *Poll.*: septis geminatis, aliquantulum distantibus. (Abano, Pietro Montagnone.); 2. var.: (S. Elena).

7) C. Vandelli *K.*: fil. luteo-viridibus, hyalinis, simplicibus, tenuissimis, moniliformibus, invicem conjunctis, articulatis, articulis diametro aequalibus, extremitatibus liberis inaequalibus. (Pietro.)

8) C. Pollini *K.*, Aponiana *Poll.*, thermalis gelatinosa *Mandr.*: fil. viridibus tenuissimis, inarticulatis, fistulosis, simplicibus vel ramosis, extremitatibus subattenuatis pellucidis.

9) C. connexa *K.*: fil. laete viridibus, hyalinis, moniliformibus, tenuissimis, ramosis ramis connexis, articulatis, articulis diametro subaequalibus, extremitatibus rotundis pellucidis, gemma vel gongylo ovali, altera globulo minimo appendiculata terminatis. (Abano.)

10) C. decipiens *K.*, labyrinthiformis *Linn.*, Ulva thermalis etc. *Vand.*, Agaricus therm. etc. *Orol.*: fil. inarticulatis, tenuissimis, fistulosis, laete viridibus, hyalinis, membrana conjunctis, extremitatibus subattenuatis, recurvis. (Fast in allen Euganeeischen Thermen.)

Conjugata angulata: Bigorre. Cf. Zygnema. C. porticalis: Loures. Cf. Taf. V, 21 u. Zygnema quin.

Coscinodiscus radiatus: Warmbrunn.

Cyclotella concentrica: Euganeen, operculata: Vittel.

Denticula thermalis (Diatomee): Abano.

Desmidium. Olette? Vgl. Closterium.

(Dicranum dianthioides: Leuk.)

Dictyothrix lateritia: Euganeen-Th.

(Draparnaldia uniformis: Karlsbad.)

Epithemia alpestris: Valdieri. E. gibba, turgida u. zebra: Vittel. Eunotia (Epithema) diadema?, longicornis u. zebra: Olette. Cf. Taf. V, 3.

Fischeria therm.: Luchon. Cf. Taf. VI, 3.

Fragillaria unipunctata (Hyalosira?): Audinat.

Frustulia major: Olette. F. maritima. F. novilunaris: Karlsbad. Die schleimige grünlich gelbe Materie in dem Soolwerke u. der Saline Rodenberg,

welche auch an der Königsberger Soole angetroffen wird, besteht aus Fr. salina. Die Masse entwickelt eine sauerstoffreiche Luft. Cf. S. 59. Fr. salina: corpusculis angustissime linearibus. ab uno latere utrinque subito acutis, ab altero rotundatis, in gelatina continua dense sparsis, transverse striatis. F. subulata: Olette. Cf. Taf. V, 15. F. viridula: Olette, Luchon. Vgl. Navicula. —

Der Absatz der Eisen-W. wird ausser von Eisenoxyd u. Erden meistens von einer Algen-Art gebildet. Es ist dies die Gallionella ferruginea. (Gloeotila ferrug., *Kütz.*)

Stellung im Systeme. Unter diesem Namen beschreibt Ehrenberg einen fadenförmigen Körper, den er, obwohl er keine Bewegung an ihm bemerkt hat, den Infusionsthieren anreiht. Stiebel hält denselben für einen aus aneinander gereihten Monaden bestehenden Faden, der sich mit einer wohl halbflüssigen Hülle umgebe. Kützing stellt ihn als ausgemachte Conferve zu der Familie der Hormidaen, die er mit folgenden Worten charakterisirt: Algenkörper ein gegliederter, parenchymatöser, aus rundlichen oder sehr kurzen Gelinzellen zusammengesetzter Faden, deren Inhalt zuletzt sich zu einem einfachen Gonidium umbildet. Schulz hält dieses Gebilde auch für eine Pflanze.

Vorkommen. Nach Ehrenberg findet sich dieser Körper vielleicht in allen Eisen-Wässern, wo er gewöhnlich für abgesetztes Eisenoxyd angesehen werde, z. B. in den Absätzen der Kolberger u. Dürrenberger Salzwerke. Nach Stiebel enthält der Ocker der Sodener Qu. nur diese Art. Schulz fand sie im Absatze der Sodoner u. Kronthaler Qu., des Emser Kränchens u. des Fürstenbrunnens vorwiegend. Im Ocker des Emser Kesselbrunnens fand Spengler diese Form. Ehrenberg vermuthet auch, dass das Raseneisen sammt der Gelberde sumpfiger Gegenden nur aus den zusammengebackenen Schalen dieser Gallionella bestehe. K. sagt dagegen, dass er nie in dem Raseneisenstein kieselhaltige Gallionellen gefunden habe.

Vermengung. Die Fäden u. deren Trümmer sind in den Ockern innig vermengt mit einer Körnermasse, die aus zwei Substanzen besteht. Ein Theil ist Eisenoxyd, roth, in Salzsäure löslich, der andere ist Kiesels., die sich nach dem Glühen des Ockers u. nachdem der Eisengehalt durch Kochen mit verdünnter Salzsäure ausgezogen ist, als farblose, etwa 0,0008—0,001''' dicke Körnchen unter dem Mikroskop darstellt. Zuweilen sind fürs blosse Auge sichtbare Quarzkörnchen eingemengt. Die Fäden enthalten aber auch selbst Kiesels., die als weisse Flocken zurückbleibt, wenn man den Ocker (z. B. von Soden, Ems, Wiesbaden, welcher letztere $^1/_{10}$ Kiesels. enthält) mit Salzsäure kocht. Dieser Kieselgehalt der Fäden wird nur von Kützing bestritten. Sie sollen sich nach ihm vollständig auflösen, wenn sie mit verdünnten Säuren gekocht werden.

Form. Schulz beschreibt diese Fäden in ihren verschiedenen Entwicklungsstufen am besten. Sie sind von ungleicher Grösse, Gestalt u. Farbe. Grade oder gebogene, mit rundlichen, braunen, aneinandergereihten, meist $^1/_{1000}$ Linien grossen Körpern gefüllte Fäden; die kleinsten bilden farblose 0,0008—0,001 L. grosse, cylindrische, stabförmige Körperchen; die weiter entwickelten sind schon farblose, bräunliche oder rostfarbene Fäden, meist homogen, andere zellig abgeschnürt. Die Zellen sind selbst in demselben Faden nicht immer gleich, zuweilen in die Länge gezogen oder oval oder rundlich; sie decken sich zuweilen dachziegelförmig, andre Male reihen sie sich perlschnurartig aneinander oder lassen noch Zwischenräume zwischen sich. Sie sind braun mit wasserheller Röhre umgeben oder selbst ganz wasserhell. Oft folgen sich die Zellen in wachsender Grösse. Die Fäden sind meist wellen- oder spiralförmig gebogen, auch wohl zu je zwei umeinander gewunden. Zuweilen theilen sie sich in zwei dünnere Fäden. Diese Fädchen liegen oft in Masse vereinzelt umher. Cf. Taf. VI, 2.

Gallionella varians = Surirella solea.

Gloeocapsa ampla $^1/_{120}$—$^1/_{300}$''' gross: Warmbrunn; auch anderswo. G. coracina, cryptococcoides, thermalis: Euganeen. Gl. palea. Am Spitalbrunnen in Karlsbad.

Gomphonema s. Rhipidophora. Gomphon. dichotomum? (Diatomee): Vittel.

Gomphosphaeria Aponina: Abano.

Gonidium s. Merismopedia.

(Helminthosporum velatum: Styx.)

Hormidium (Bangia) thermale: Euganeen.

Hydrocoleum therm.: Abano.

Hygrocrocis Amisiana *Montagne.* An den Felsen, wo die Emser Thermen hervorkommen u. an den Leitungen bildet sich diese kleine Alge. Beschrieben von Montagne in Annal. d'hydrol. V: „Rubricosa, velutina, exsiccata pulveracea; filis brevissimis rubro-fuscis subspiraliter flexuoso-crispis ramulosis aut furcatis, basi adnata $0^{mm},0035$, apice $0^{mm},0018$ diametro metientibus, articulis inferne quadratis diametrum subaequantibus, superne oblongis, moniliformis-concatenatis eodem duplo longioribus." H. nivea *Kütz.* gleich mit Leptomitus niveus *Agardh* oder Oscill. punct., Sulfuraire. H. virescens zu Rodenberg.

Hypheothrix Braunii: Baden, Warmbrunn.

Leibleinia Juliana: Julianische Bäder. L. Martensiana: Euganeen.

Leptomitus candidus u. exillarioides: Euganeen.

Nees von Esenbeck beschrieb eine Conferve der Schwefelquellen von Landeck. Wir entnehmen seiner Beschreibung das Folgende.

„Die weisslichen Flecken, welche oft in den Bassins erscheinen, sind abgestossene Massen einer Conferve aus der Gruppe der Leptomideen. . . Im gesunden und unverletzten Zustande bekleidet diese Alge in Gestalt eines zarten, einem Spinnengewebe nicht unähnlichen, sich strahlig oft über weite Strecken ausdehnenden Ueberzugs die Wände der Badequ. u. ihrer Einfassungen, bald dichter, bald lockerer gelagert. . . Dem blossen Auge erscheinen diese Flocken zwar als ein weisslicher Schleim; sie bestehen aber aus zusammengehäuften äusserst zarten, theils einfachen, theils ästigen oder in Büschel getheilten Fäden (Röhrchen) von verschiedener Länge, welche in ihrem Innern die Anlage der Brut oder jungen Keime in Form sehr kleiner Körner enthalten. Diese Keimkörner sind bald mehr zerstreut u. in geringerer Anzahl vorhanden, in welchem Falle die zarte Röhre lichter u. sehr durchsichtig erscheint; bald drängen sie sich stellenweise mit Unterbrechungen in dunklere Massen zusammen, welche, da die schmalen Zwischenräume zwischen denselben lichter sind, dem Faden ein gegliedertes Ansehen geben, doch so, dass schon die Ungleichheit dieser scheinbaren Glieder hinreicht, die Röhre an sich als ungegliedert zu erweisen. Wo eine Frucht sich bilden soll, tritt der feinkörnige Inhalt der Röhre noch dichter zusammen u. nimmt eine kugelrunde Gestalt an u. s. w."

Nees bringt diese Form in die Gattung Leptomitus, deren Gattungscharakter folgender ist:

„Fila fixa, continua (i. e. haud articulata), gelatinosa, hyalina, non viridia, arachnoidea demum floccosa, simplicia aut ramosa, prostrata, a granulis primogeniis, in tubo per spatia coëuntibus, spurie geniculata articulis inaequalibus. Gemmae s. sporae, e granulis primogeniis conflatae, nucleo (an in omnibus?) arcuato, aut intraneae, aut terminales persistentes, aut e tubo exertae speciem libere propagantes. — In aquis destillatis infusisque carbonicis, tum etiam in thermis tepidis."

„Lept. thermalis (L. niveus *Ag.* in Ratisb. bot. Zeit. 1827 t. II. 631). Conferva nivea *Dillw.?* filis arachnoideis expansis tenerrimis simplicibus ramosisve albidis, articulis spuriis irregularibus maxime inaequalibus in iunioribus omnino deficientibus, sporis globosis intrinsecus sparsis terminalibusve, aut persistentibus aut denique excretis." Abbildung s. in Bannerth Heilqu. zu Landeck; 1838.

Er findet sich häufig in den Heilqu. Landecks; am Ausflusse der Karlsbader Qu. (Agardh; doch wird sie von Corda in de Carro's Alm. f. 1835 u. von Schwabe, Linn. XI, 109, nicht unter den Algen dieser Qu. erwähnt), in den warmen Qu. von Bath in England (Dillwyn); Corda erhielt, indem er Braunkohle aus der Wetterau mit den darin vorkommenden Früchten in einem offenen Gefässe unter W. stehen liess, einen ganz übereinstimmenden Leptomitus. Von Agardh's Leptomiten gehören nur wenige zu der von Nees aufgestellten Gattung.

Von diesem nicht gegliederten Leptomitus sind die gegliederten mit Bewegungsvermögen versehenen Formen, welche Schulz aus andern Schwefelwässern beschreibt, wohl zu unterscheiden: Leptomitus Sulfuraria *Mont.* u. *Kg.* Cf. Oscillaria.

Leptothryx ochracea in Eisenquellen, compacta, cyanea, dictiothryx, kermesina, lamellosa, lutea, lutescens, mamillosa, parasitica, tomentosa: Euganeen-Thermen, lutescens auch in Warmbrunn, Valderiana zu Valdieri. Letztere Spezies

wird von Montagne folgendermassen charakterisirt: „Strato gelatinoso-carnoso placentas lamellosas(!) afformante: filis tenuissimis, hyalinis, continuis vel obsolete articulatis, globulos seriatos plus minus approximatos includentibus, flexuoso- intricatis, diametro $0^{mm},0012-0^{mm},0035$ aequantibus.“

Lyngbya amphibia s. crispa var. therm.: Abano. L. conspersa, major *Mgh.*, Martensiana (s. Lyngbaea).

Mastichonema furcatum: Euganeen. M. therm.: Karlsbad. Cf. Scytonema.

(Melanoconium bicolor: Styx.)

Melosira (Diatomee) salina: Artern. M. vagans, varians: Vittel.

Merismopedia prasiola: Euganeen.

Merizomeria (Anabaina) tenuis, atroviridis (s. fluctuans), laminosa (s. Anabaina Vandellii s. bullosa), macrocephala, rudis in den Euganeen.

Micraloa firma: Euganeen.

Microcoleus terrestris: Euganeen-Thermen.

Microcystis marginata, grüne gekörnte Masse in Schleimhüllen, in den Euganeen. Cf. Bichatia.

Mougeotia genuflexa: Jonasquelle. M. Olettensis: Olette. Cf. Taf. VI, 5.

Naviculae. Cf. Taf. V, 7 a, b, 11, 19 etc. Nav. Aponina: Abano. Nav. appendiculata: Abano, Weilbach, Jonasquelle, Karlsbad im Dampf; s. Frustulia. N. arcus: Karlsbad, Olette. N. cryptocephala: Valdieri. (N. exilis: Vittel.) N. Filholi: Olette. Cf. Taf. V, 8. N. gibba = Epithemia gibba. N. gracilis: Vittel. N. granulata = Epithemia gran. N. hippocampus β striata: Karlsbad, Ostsee. N. lanceolata: Valdieri, Karlsbad (31°), Jonasquelle. N. libritis = Surirella sola. N. lunata: Abano. N. oblonga: Vittel. N. quadricostata: Karlsbad. N. striatula = Surirella str.. (N. thuringia, sigmoidal geschweift, zu Artern.) N. umbonata: Karlsbad, Ostsee. N. Vichnyensis: Vichy, Olette. (Vgl. Petit u. Heine.) Cf. Taf. V, 2. N. (Pinnularia) viridis: Vittel, Olette. (Vgl. Frustulia.)

Nostoc furfuraceum: Euganeen-Thermen.

Ficinus beschreibt die Oscillatorie, welche sich in den Fassungen u. Abflüssen der Teplitzer Qu. bildet, in folgender Weise:

„In der frühesten Jugend ist die schwingende Bewegung der Fäden am lebhaftesten, mehrere wickeln sich spiralförmig um vorhandene ältere; sie zeigen, jedoch nicht an allen Stellen, deutliche Querzeichnungen.“

„Etwas ausgebildeter sind sie immer mit schleimiger Masse gefüllt, in welcher Körner ohne Ordnung schwimmen, sich auch bisweilen hin und her bewegen (Oscillatoria vivida. *Corda*).“

„Ein wenig älter, zeigt sich jedes Korn als eine Blase (Oscillatoria subulata. *Corda*.) Bei stärker gewordenem Umfange füllen diese Blasen den Querschnitt des Fadens aus, begränzen sich gegenseitig, platten sich daselbst ab, so dass sie viereckig erscheinen, u. der zwischen je zweien befindliche hellere Zwischenraum als eine Scheidewand täuschen kann; dabei erscheint das Korn in der vierseitigen Blase heller als die Umgebung (Oscillatoria elegans. *C.*).“

„Noch höheres Alter gibt den Blasen ein quer ovales Ansehen; ihre Körner scheinen verschwunden, die äussere Substanz der Fäden hin u. wieder zwischen den Blasen aufgerissen, als wollten sie sich in einzelne Glieder trennen (Oscillatoria interrupta. *C.*). Endlich zerbrechen die Fäden, schütten ihre Körner aus, die sich geballt zwischen den noch vorhandenen Fäden u. Schleimmassen anhäufen, oder einzeln, auch zu zwei verbunden, sich zeigen.“

Zu Weilbach setzt die Qu. eine weiche, fadenförmig verfilzte, ins Graue fallende Masse ab, die besonders im Brunnenbecken sichtbar wird. Sie besteht aus Oscillatorien u. Diatomeen, welche durch ihre mannigfaltigen Formen u. Bewegungen dem Mikroskopiker ein sehr anziehendes Schauspiel gewähren. Schulz sagt darüber:

„Unter der Menge verschiedenartiger Gebilde, die hier den Bodensatz der Quelle zusammensetzen, macht sich besonders eine Oscillarie, Oscillaria punctata, durch die Menge, in welcher sie vorkommt u. durch ihr eigenthümliches Aussehen bemerklich. Es sind äusserst zarte, schwärzliche Fäden von circa $^1/_{1000}$ bis $^1/_{600}'''$ im Durchmesser. Ihre Länge ist sehr verschieden u. oft ziemlich beträchtlich, u. dabei sind sie selten steif u. gerade gestreckt, sondern liegen bogenförmig gekrümmt oder

beschreiben grosse, unregelmässige Wellenlinien. Sie zeigen sich bald isolirt u. krümmen u. biegen sich frei in dem Wasser, bald sind sie zu Büscheln oder grossen, dicht verfilzten Haufen vereinigt u. wurzeln mit dem einen Ende in einer formlosen, schleimigen Masse, während das andere jene räthselhaften Bewegungen ausführt, welche für die ganze Familie bezeichnend sind. Solcher Büschel haften auch mitunter mehrere an einem stärkeren Faden, der dann quirlförmig verästelt erscheint. Die Fäden sind deutlich aus einer sehr feinen, durchsichtigen Membran gebildet, von welcher eine schwarze punktförmige oder körnige Masse umhüllt wird. Manchmal erfüllt diese die Fäden so dicht, dass sie ganz gleichmässig schwarz erscheinen, gewöhnlich jedoch ist sie sparsamer angehäuft, u. man unterscheidet die einzelnen Körnchen, die in den feineren Fäden rosenkranzförmig aneinander gereiht sind, oder es ist der helle Faden mehr oder weniger dicht mit schwarzen Punkten besetzt, so wie Stiebel seine Schwefelconferve abgebildet hat. Einzelne sind auch ganz oder stellenweise von ihrem Inhalt entblösst u. lassen nun die feinen Conturen der durchsichtigen äusseren Hülle bemerken. Mitunter sah ich auch an Exemplaren von stärkerem Durchmesser die schwarze Körnermasse undeutlich in einzelne Abtheilungen geschieden, als würde sie innerhalb des Fadens noch von besonderen Zellenwänden eingeschlossen. Bei Behandlung mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure behielten sie ganz das nämliche Ansehen; liess ich aber die Fäden an das Objektglas antrocknen u. befeuchtete sie dann mit einem Tropfen concentrirter Salzsäure, so wurde dieses zellige Aussehen sehr deutlich u. ich konnte dann wiederholt auch an leeren durchsichtigen Stellen feine Querscheidewände innerhalb des Fadens bemerken. Da ich dieses aber weder an frischen Exemplaren, noch an solchen, die ich mit Jodtinctur behandelt hatte, wieder zu sehen vermochte, so muss ich es unentschieden lassen, ob die feinere Structur dieser Alge mit dem Baue anderer Oscillarien so übereinstimmend ist, wie es nach den Zeichnungen wohl zu vermuthen wäre. Die wasserhelle Membran des Fadens wird durch Jodtinctur nicht gefärbt u. weder durch Kalilauge, noch durch Säuren verändert. Concentrirte Salzsäure färbt die eingeschlossene Körnermasse schön braun u. macht sie deutlicher, ohne sie aufzulösen; die Glühhitze dagegen zerstört das ganze Gebilde. Dieselben dunklen Körner, welche das Mark dieser Oscillarien darstellen, sind in ungeheurer Menge überall in dem Absatz u. auch in dem W. der Qu. verbreitet u. zeigen häufig eine sehr intensive Molekularbewegung, besonders die kleinsten, welche bei 300facher Vergrösserung nur als dunkle Punkte erscheinen. Es ist möglich u. sogar wahrscheinlich, dass es freigewordene Sporen sind, aus welchen immer neue Generationen dieser mikroskopischen Alge hervorgehen. Sehr häufig bemerkt man, dass zwei dieser Körnchen sich stets in gleicher Weise miteinander bewegen, u. erkennt dann bei näherer Betrachtung, dass sie durch einen sehr kurzen, wasserhellen Faden miteinander verbunden sind. Weiter weiss ich nichts Sicheres über ihre Entwickelung zu sagen. Stiebel, der diese Oscillarie zuerst in dem Weilbacher Wasser beobachtet u. als Conferva sulfurata bezeichnet hat, bemerkt darüber: „„Die Entstehung dieser Conferve hat ursprünglich auf eine ähnliche Weise statt, wie die der Gallionella ferruginea, nur ist ihre Entwickelung viel einfacher. Man sieht in dem Wassertropfen schwarze Pünktchen, etwas grösser, als die, welche in den Sodener Thermen vorkommen, etwa 0,008''' (0,0008'''?), die bald von einer Zelle umgeben sind. Sie liegen zum Theil ruhig in Klumpen beisammen, oder schwärmen, bis sie sich in sehr langen Strängen aneinanderreihen, die sich auch dann mit einer Hyalinröhre umgeben. Ehe die einzelnen, aneinandergereihten Bläschen von der Röhre umgeben sind, hatte ich öfters an der ganzen Länge des Stranges auf beiden Seiten Flimmerbewegung gesehen, so dass es scheint, als ob von den Zellen kleine Fädchen ausgingen, durch deren wimpernde Thätigkeit die durchsichtige Hülle gebildet würde.““

„Ich habe von allem dem nichts gesehen, als die schwarzen Körner, deren ich oben erwähnte, u. zuweilen grössere, runde, körnige Zellen. Diese waren aber immer grünlich gefärbt u. stellten sicher die ersten Entwickelungsformen einer grünen Oscillarie dar, die sehr häufig in dem Quellabsatz vorkam.“

„Stiebel hat die nämliche Pflanze in der Schwefelquelle zwischen Höchst u. Rödelheim u. auch in dem Grindbrunnen bei Frankfurt beobachtet u. glaubt desshalb, dass sie in gleicher Weise in allen Schwefelquellen vorkommen werde. In

der letzgenannten Quelle fand auch Dr. G. Fresenius sehr feine weissliche, unregelmässig, bald dichter, bald entfernter schwarz punktirte Fäden von etwa $^1/_{370}$ bis $^1/_{280}$ Millimeter, die er für identisch hält mit Stiebels Schwefelconferve. Dieselben bemerkte ich in dem Eckelborn bei Braubach u. fand sie auch in äusserst geringer Menge in dem Absatz der Schwefelquelle von Nied. Indessen lässt sich hieraus noch immer nicht mit Sicherheit folgern, dass sie eine constante u. wesentliche Bildung der Schwefelquellen sei u. zu denselben in einer näheren Beziehung stehe, als andere in diesen Mineralwassern wachsende Organismen."

„Weniger massenhaft, als die vorhergehende, doch immerhin zahlreich genug, findet sich noch eine zweite Oscillarienform in dem Absatz der Weilbacher Quelle. Es sind im ausgebildeten Zustand hellgrüne, vollkommen homogene Fäden von etwa 0,0005 bis 0,0008''' Durchmesser, welche sehr verschiedenartig gebogen, meistens vereinzelt umherliegen u. durch sehr lebhafte Oscillationen ausgezeichnet sind. Ihre Länge ist sehr verschieden, u. an solche, die noch vollkommen alle obigen Charactere bemerken lassen, schliesst sich eine grosse Menge von andern an, welche stufenweise immer kleiner u. kleiner werden, während sich viele zugleich in einem Masse verschmälern, dass man ihren Durchmesser auch nicht mehr annähernd zu schätzen vermag. Es sind dies offenbar die früheren Entwickelungsstufen der eben erwähnten ausgebildeten Oscillarien. Sie bewegen sich sehr lebhaft vorwärts u. rückwärts, ohne sich sehr weit von einer Stelle zu entfernen, oder machen schwache, schlangenförmige Bewegungen, ähnlich dem Vibrio bacillus. Häufig sind sie mit dem einen Ende an andern Objecten festgeheftet u. schwingen dann das andere in der bekannten Manier der Oscillarien umher."

„Endlich habe ich noch einer dritten Oscillarie (Osc. meretrix?) zu erwähnen, welche mir weit seltener als die vorhergehenden zur Beobachtung kam. Es waren dunkel spangrüne Fäden von $^1/_{300}$ bis $^1/_{400}$''' Durchmesser. Sie erschienen bald vollkommen homogen, bald undeutlich gegliedert. Nach Behandlung mit Kalilauge zeigten sie überall sehr zarte Querstreifen."

„Ausser diesen beobachtete ich noch eine grosse Menge blass spangrün gefärbter Fäden von $^1/_{600}$ bis $^1/_{700}$''' im Durchmesser, die aus einer wechselnden Anzahl deutlich abgesetzter, in der Mitte etwas eingeschnürter Glieder zusammengesetzt war. Sie waren in einer langsamen, vor- u. rückwärts gehenden Bewegung begriffen, wobei sie bald steif u. gerade gestreckt erschienen, bald sich bogen u. krümmten oder langsam schlängelnd durch das Gesichtsfeld sich bewegten."

Aehnliche Formen beobachtete Schulz auch in dem schwarzgrünen Absatz der Schwefelqu. von Nied.

„Unter dem Mikroskope zeigte er sich fast ausschliesslich aus grünen Oscillarien gebildet, die augenscheinlich mehreren verschiedenen Arten angehörten."

„Zunächst zeigte sich eine Menge blass spangrüner, meistens sehr langer u. unregelmässig wellenförmig gebogener Fäden von etwa $^1/_{300}$''' Durchmesser. Sie waren bald ganz homogen, bald mehr oder minder deutlich u. meistens ganz ungleichmässig gegliedert. Nach Behandlung mit Kalilauge zeigten sie überall eine sehr zarte Querstreifung, welche deutlich auch an solchen Stellen zu bemerken war, wo durch Austreten des grünen Contentums die äussere hyaline Membran des Fadens zum Vorschein kam. Die Weite dieser Querstreifen variirte etwa zwischen $^1/_3$ bis $^1/_2$ des Durchmessers der Oscillarie."

„Bei den meisten Fäden war das eine Ende ein wenig verschmälert u. etwas bogenförmig gekrümmt, das andere dagegen grade u. abgestutzt. Die Bewegung der Fäden war sehr lebhaft u. namentlich konnte an den vorderen, gekrümmten Enden die Axendrehung sehr deutlich beobachtet werden."

„Zuweilen kamen auch Fäden von dem nämlichen Durchmesser vor, welche unregelmässig mit grösseren u. kleineren Punkten besetzt waren, sowie sie Dr. G. Fresenius in dem Grindbrunnen bei Frankfurt beobachtet hat. Eine selbstständige Bewegung dieser Kügelchen habe ich indessen niemals wahrgenommen. Die blassgrünen, meist $^1/_{140}$ Millimeter messenden, sehr zart gegliederten Oscillarien, welche G. Fresenius in dem Grindbrunnen beobachtete, scheinen der Beschreibung u. Abbildung nach mit den oben beschriebenen Formen vollkommen übereinzustimmen."

Fresenius bemerkt, dass dieselbe der Oscillaria meretrix, mit der er sie zu vergleichen Gelegenheit hatte, sehr ähnlich gewesen sei."

„Neben dieser Form fand sich in dem Absatz der Quelle von Nied eine grosse Masse der nämlichen blassgrünen, homogenen Fäden, deren ich bei Besprechung der Weilbacher Quelle erwähnte. Unter diesen liessen sich häufig auch Fäden von dem nämlichen Durchmesser bemerken, welche aus einer Anzahl deutlich abgesetzter Glieder von verschiedener Länge zusammengesetzt waren. Die nämlichen hatte ich, wie oben erwähnt wurde, auch in der Quelle von Soden beobachtet. Endlich war noch eine dritte Oscillarie in grosser Menge vorhanden, dieselbe, welche ich bei dem Absatz der Weilbacher Quelle als blassgrüne, aus einer wechselnden Anzahl deutlich abgesetzter, in der Mitte etwas eingeschnürter Glieder zusammengesetzt beschrieben habe. Die Zahl dieser Glieder war sehr wechselnd u. variirte etwa zwischen 2 u. 50. Die mittlere Einschnürung ist offenbar nur der Beginn einer Quertheilung, denn man sieht nicht selten an dem nämlichen Faden unter den andern auch vollkommen quadratische Glieder, welche genau der Hälfte der ersteren entsprechen."

„Auch die beiden letzterwähnten Formen scheint Herr Dr. Fresenius in dem Grindbrunnen bei Frankfurt beobachtet zu haben. S. 285 seiner Abhandlung „Ueber Bau u. Leben der Oscillarien" bemerkt derselbe:"

„„Ueberhaupt habe ich unter den gallertartigen Oscillarienmassen des Grindbrunnens folgende Formen beobachtet: Die grössere Menge machten dicht verflochtene, äusserst feine, blassgrünliche, homogene Fäden aus, deren Durchmesser etwa $^1/_{370}$ Millimeter beträgt; dann die eben erwähnte Art (Oscillaria meretrix), aus Fäden verschiedenen Durchmessers bestehend, meist $^1/_{140}$ Millimeter messend; ferner eine grosse intensiv grün gefärbte Art, jedoch nur selten; sodann sehr feine, weissliche, unregelmässig bald dicht, bald entfernter schwarz punktirte, mitunter an alten Conferven festsitzende Fäden von etwa $^1/_{370}$—$^1/_{280}$ Millimeter Durchmesser, welche auch Stiebel in der Weilbacher Quelle beobachtet u. fragweise als eine Conferve mit dem Namen Conferva filiformis sulphurata bezeichnet hat. Es ist dies jedoch keine Conferve, auch habe ich nie Verästelungen, von denen Stiebel spricht, daran bemerkt. Diese Form wird wohl mit Oscillaria punctata *Corda* zusammenfallen, von welcher Schwabe bemerkt, dass sie nach den gegebenen Gattungskennzeichen eigentlich von den Oscillarien getrennt werden müsse, da die Fäden kein eigentliches Mark zu enthalten schienen. Endlich bemerkte ich unter den Oscillarien des Grindbrunnens noch eine, aus einer verschiedenen Anzahl von etwas abgesetzten oder dicht perlschnurartig aneinander gereihten Gliedern bestehende, vor- oder rückwärts oscillarienartig sich bewegende Form von blaugrüner Farbe, wobei die Glieder beiderseits in der Mitte mit einer schwachen Einschnürung versehen u. von stärkerem oder schwächerem Durchmesser sind. Es gehört dieselbe zu Nostoc oder einer der verwandten Gattungen; auch bemerkte ich dabei feine Fäden, sehr ähnlich den in der Flora Danica T. 660. f. 2 in der untersten Reihe abgebildeten Fäden von Nostoc sphaericum.""

Oscillatoria alba: Vittel, St. Honoré. O. amphibia: Karlsbad, 45°. (O. animalis: Karlsbad, 27°5.) O. arachnoidea: Karlsbad, 31°. (O. brevis: Warmbrunn. O. callida: In Thermen Neu-Granada's von Humboldt gefunden. O. circumflexa: Baden-Baden. Cf. Taf. A, 12. O. Cortiana: Abano, Jonasqu. zu Bourbon l'Archambault. O. elegans: Karlsbad, 45°, Amelie, Olette, Jonasquelle. Cf. Taf. A, 13. O. Fischeri: Euganeen. O. geminata: Euganeen. O. gracillima: Eisenquellen-Schlamm. O. iridescens: Euganeen. O. Juliana: Julianische Bäder. O. labyrinthiformis. In heissem u. säuerlichem Wasser u. in Sprudeln bis zu 75°: Karlsbad? Euganeen. O. laminosa et β coriacea: Karlsbad, im Dampf. O. leptomitiformis: Abano. (O. limosa: Karlsb., lucida Karlsb., Euganeen. O. luticola: Eugan. O. lyngbyacea: Eugan. O. major.: Bagnères de Bigorre, 45°, Leuk. Cf. Taf. A, 17. O. maxima s. Pollini. O. minor: Bigorre. O. Mougeoti. Nach *Bory de St. Vincent sind dies zartgrüne, ganz grade, nur am Ende hakenförmig gekrümmte Fäden mit sehr kleinen quadratischen Segmenten, die in gleichen Abständen aneinanderhängen. Zu Plombières, Aix u. Dax. O. nigra (Scytonema): Bigorre. O. Okenii: *Ag.* (s. major *Ktz.*?) Karlsbad, 31°, Euganeen-Th. O. Pollini (maxima *Ktz.*): Euganeen-Th. O. Porettana: Poretta? O. punctata: Schwefelwässer von Weilbach, Nied, Frankfurt, aber auch anderwärts

Cf. Taf. B, 1. O. purpurascens: Acqua santa. O. Raineriana: Italienisches Schwefelwasser. O. sancta: Acqua santa. Schulz beschreibt eine Oscillarie, welche den Ocker eines Reservoirs des Wiesbadener Kochbrunnens mit einem dunkel smaragdgrünen hautartigen Lager überzogen hatte, deren Fäden gerade, undeutlich gegliedert sind; Glieder ungefähr eben lang als breit; Dicke etwa 1/700. Faden am Ende sehr zugespitzt u. meist hakenförmig. Vielleicht fällt sie zusammen mit Osc. smaragdina, welche Kützing in den heissen Bädern von Baden gefunden hat. O. terebriformis: Karlsbad, 45°, St. Amand. O. vertebriformis (Okenii *Ktz.*): Euganeen. O. vivida: Karlsbad, 32,5—40°, Euganeen.

Palmella bullosa, gelatinöse körnige Masse: Euganeen. P. (Coccochloris) Orsiniana, gelatinös, dunkelgrün: Acqua santa. Cf. Cagniardia.

Phormidium (amoenum: Warmbrunn), Hattierianium (*de Brebisson*), bewegt sich lebhaft: Bourbon l'Archambault, Néris? Ph. lyngbyaceum: Abano, Leuk. Ph. membranaceum v. biforme: Julianische Thermen, Burtscheider Pockenpützchen (nach Kützing's Bestimmung). Cf. Taf. A, 10, stärker vergrössert 5 u. 6. Ph. Meneghinianum: Euganeen. Ph. subfuscum: Euganeen. Ph. valesiacum: Leuk.

Pleurococcus Julianus, membranaceus, thermal., vulg.: Euganeen.

Pleurosira thermalis: Euganeen.

Protococcus Julianus, goldgeld, in den Euganeen-Thermen. Pr. kermesinus s. salinus in Salzsümpfen. Pr. macrococcus, in den Euganeen-Thermen. Pr. membraninus, meist zu 4 zusammenhängende Körnchen, jedes in einer Hülle in den heissen Bädern der Euganeen. Pr. persicinus, rothe violette Körnchen, in den Euganeischen Bädern. (Pr. pluvialis kermes., braun oder grünlich blau, zu Luchon, Cauterets.) Pr. thermalis *Menegh.*, ähnlich dem membraninus, doch grösser u. die Körner dunkelblaugrün: Euganeen, auch Warmbrunn. — In der Lahn bei Ems zeigt sich eine purpurrothe Substanz. In der grünen Materie von Ems fand C. G. Carus einen auffallend meer- oder kupfergrünen Protococcus.

Protonema simplex: Forges.

Psichormium (Conferve) inaequale: Eisenwässer. Ps. verrucosum: Eisenwässer. Ps. Vittelliense: Vittel.

Schizogonium therm.: Euganeen.

Schizosiphon Aponinus: Euganeen.

(Scytonema elegans: Warmbrunn), furcatum (Masticonema): Euganeen. (S. myochrous: Leuk.) S. thermalis (s. intextum muscosum): Abano, Valdieri; s. Tolipothrix.

Scytosiphon fusiforme. Dicke, mit grünen Platten schlangenhautartig besetzte Fäden nach Fontan. Soole von Salies. Cf. Taf. A, 16, Taf. B, 7.

Siphoderma (Microleus) Aponin., curvat. u. lyngbyaceum: Euganeen.

(Sirosiphon, sp. n., Warmbrunn.)

Sphaerotilus ochraceus (Diatom.): Vittel. Sph. Vandellii (Hygrocrocis? *Vand.*).

Sphaerozyga (Nostochinee) Garelliana: Valdieri. Montagne beschreibt sie: „Filis dilute aeruginosis s. coeruleo-viridibus, simplicibus, flexuosis, diametro 0mm,0035—0mm,0080 subaequantibus, subcylindricis vel torulosis fine incrassatis moniliformibus muco involutis, articulatis, articulis variis (quadratis, oblongis, sphaericis etc.), spermatiis sphaericis terminalibus granulosis diametrum filorum duplo superantibus.“ Sph. Jacobi: Karlsbad. Sph. oscillarioides: Vittel.

Spirogyra (Conjugee) decimina u. littorea: Euganeen, longata: Vittel. Sp. quinina: Vittel.

Spirulina (brevis: Warmbrunn). Sp. subtilissima: Abano. Sp. thermalis, Spiralfäden: Abano u. Karlsbad.

Stauroneis legumen (Diatomee): St. Amand.

Surirella acicularis u. angustata: Euganeen. S. gibba: Olette. Cf. Taf A, 9. (S. minuta: Warmbrunn.) S. Pueli: Olette. Cf. Taf. A, 1. S. solea: Vittel, St. Amand. (S. striatula: Karlsbad, Euganeen.) S. thermalis: Euganeen.

Symphiothrix fragilis: Julianische Bäder, Burtscheid (Qu. von 66°). Cf. Taf. A, 4, a, b.*) S. Orsiniana: Acqua santa. S. therm.: Euganeen.

---

*) Irrthümlich sind vorher Taf. A u. B mit V u. VI bezeichnet worden.

Symphyosiphon velutinum: Euganeen.

Symploca cyanea: Julian. Bäder. S. elegans: Abano. Im Bade? S. fascicnlata (Hygrocrocis f.): Euganeen. (S. hormoides: Warmbrunn.) S. Meneghiniana s. fasciculata: Abano.

Synedra (Diatomee) acicularis u. angustata: Euganeen. S. cristallina, dissipata, fasciculata, Nitschii, notata, oxyrhynchus, sigmoidea, alle zu Vittel. S. splendens: St. Amand, Vittel. S. subtilis: Artern, Jonasquelle. S. tenuissima: St. Amand. S. ulna: St. Amand, Vittel. S. Vaucherii: Vittel.

Thermocoelium minutum: Euganeen.

Tolipothrix (Scytonema therm.) fibrosa, hemisphaerica (s. therm.): Euganeen.

Ulothrix: Honoré. (Zweifelhaft.) U. varia: Vittel. U. Vichyensis: Vichy, Olette. (Vgl. Petit u. Haine.) Cf. Taf. A, 14.

(Ulva labyrinthif. = Conf. decipiens). Köstl beschreibt zwei Ulven aus den Euganeischen Thermen: U. atro-viridis K.: fronde atro-viridi, simplici, longissima, membranacea, fragili, reticulo parum conspicuo, granulis distinctis, paucis. (Monte Bertolon). U. implexa K.: fronde simplici, membranacea, diaphana, viridi, reticulo inconspicuo, granulis distinctis, calcareo-argilloso indumento tecta.

Vaucheria racemosa: Vittel. V. thermalis. Fäden ohne Glieder u. Scheidewände (Ficinus, Ztschr. f. Natur- u. Heilk. V, 3): Teplitz. V. terrestris: Euganeen.

(Weissia verticillata: Leuk.)

Zygnema genuflexum: Bigorre. Cf. Taf. A, 22. Z. (Conjugata) quininum: Loures, Bigorre? Taf. A, 21. Ein Zygnema von Kreuznach s. Taf. A, 18.

Ueber rothe mikroskopische Formen wird weiter unten Rede sein.

Wir wollen die Entstehungsweise, die Bedingungen des Wachsthums, die Färbungen u. die Zersetzungs-Erscheinungen der mikroskopischen Formen erörtern.

Mehrere Forscher haben vermuthet oder gar behauptet, dass sich in den M.Qu., so wie sie aus dem Schoosse der Erde hervorkommen, lebende Infusorien u. mikroskopische Vegetabilien vorfänden. Die Möglichkeit liegt auf offener Hand. Das W. kann in dem Reservoir am Anfange seines Quelllaufes solche Gebilde abspülen u. mitschwemmen, ja vielleicht trifft es noch seit vielen Zahrtausenden schlummernde Keime u. Infusorieneier in den sedimentären Formationen an, die es zum Leben erweckt. Wo unterirdische, nur den W.-Dämpfen erreichbare Höhlen bestehen, können diese mit organischen mikroskopischen Formen ausgekleidet sein. Werden solche Höhlen etwa durch ein Erdbeben aufgerüttelt, so werden diese Gebilde in die Strömung gebracht. Unmittelbar nach dem Erdbeben, welches die Gegend von Aix am 19. Februar 1822 traf, schwemmten die dortigen Qu. eine Menge kleiner schleimiger Körper, wie Eiweissgerinnsel, hinauf, die sich im Feuer wie thierische Substanzen verhielten (Bibl. univ. XXII, 23). Es fehlt aber an Beweisen, dass bei ungestörtem Laufe des W. pflanzliche oder thierische Gebilde mit herausgetrieben werden. Nach Schulz u. nach Fresenius scheint das Schlangenbader W. z. B. keine Spur von organischer Bildung zu enthalten. Kastner glaubte dagegen in früheren Zeiten (Archiv X, 501. XIII, 412, XV, 169) der Zeugen solcher Urlebensbethätigungen ansichtig geworden zu sein, im Schlangenbader sowohl, wie auch im Wiesbadener W.. Anglada stellte ein Sieb 5—6 Tage in den Ausfluss einer M.Qu. u. meinte so einige kaum bemerkbare schleimige Flocken aufgefangen zu haben. Der Versuch beweist aber gar Nichts, da die äussere Luft nicht ausgeschlossen war. Nivet suchte vergebens nach mikroskopischen Thierchen in den W. von Jaude, St. Allyre u. Royat am Ausflusse aus dem Tertiärgestein. Eben so wenig fanden Bertrand u. Dumas solche zu Montdor. Doch scheint nach ihnen eine Qu. von St. Nectaire d'en Bas deren mit heraufzubringen.

Wärmegrad. Die organischen Absätze u. Gebilde kommen nur in Wässern vor, die nicht allzu warm sind oder sie kommen vielmehr nur an solchen Stellen vor, wo das W. sich bereits bis auf einen gewissen Grad abgekühlt hat. Das von Fontan Sulfuraire genannte Gebilde verträgt nach ihm nicht über 50°; nach Alibert Constant findet es sich auch in der Hospitalquelle, die 68° hat; freilich in geringerer Menge als in den weniger warmen Quellen. Zu Bourbon l'Archambault findet sich der Absatz der Oscillarien in dem im Mittel 51°25 warmen Pütz. Köstl

sah Conferven in den Schwefelthermen von Abano. selbst in denen von 55° Wärme, Vandellius bei 62°,5, Andrejewskiy bis 75° Wasserwärme. In den Hammam Meskoutin finden sich solche noch bei 57°. Man darf hier aber noch zweiflen, ob das W., wenngleich es so warm am Ursprunge ist, merklich noch diese Wärme an der Stelle habe, wo der organische Absatz sich bildet oder ob es dort bereits abgekühlt sei. Cohn's Messungen zu Karlsbad ergaben übereinstimmend mit Agardh's ältern Angaben, dass über 53°75 keine Algenvegetation mehr vorkommt. Von 43°75—52°5 lebt Leptothrix lamellosa *Kg.*; unter 35° finden sich Oscillarien u. Mastigocladus, eine neue, den Oscillarien verwandte Gattung u. die Oscill. labyrinthiformis *Agardh*. Eine Stelle des Sprudelkorbes, in welchem Schwabe früher bei 72°5—73°75 Oscillarien gefunden zu haben angibt, hat er nicht untersucht. Ehrenberg fand auf Ischia in heissen Qu. Filze von grünen u. braunen organischen Massen, welche aus lebenden Eunotien u. grünen Oscillarien bestanden. Beim Ausdrücken derselben kamen 4 Arten Räderthiere, Infusorien der Gattungen Nassula, Enchelys u. Amphileptus zum Vorschein. Das Thermometer in diese heisse Filze eingesenkt zeigte 81—85° C. (Monatsber. d. Akad. zu Berl. 1859, 493.) Nach einer Notiz in Ermann's Arch. f. Russl. 1842 soll Ehrenberg zu Burtscheid aus einem fast 86° warmen W. lebende Naviculae herausgenommen haben; es gibt aber keine so warme Qu. dort; vielleicht soll es 66° heissen. Man findet im dortigen Rosenbade einen fast 67° warmen stark fliessenden Brunnen, in dessen Rinnstein sich mit dem Sinter Symphiothrix fragilis ansetzt; ohne dass man doch für den Ort der Vegetation einen ganz so hohen Wärmegrad annehmen könnte. Zu Dax kommt noch bei 62° Anabaina therm. vor.

Es kommt aber auch gewiss sehr auf die Art des organischen Absatzes an, vielleicht auch darauf, ob er organisirt oder nicht organisirt ist.

Glairine (organisirte?) findet sich zu Amélie bis zu einer Wärme von 64°. Eine 75° warme Qu. von Olette bildet solche reichlich, aber erst einige Meter von der Qu. ab. In oder an den 78° warmen Qu. von Quez soll sich Glairine absetzen (Anglada).

Unter einem gewissen Grade der Abkühlung soll auch die eigentliche Baregine sich nicht bilden. Zu Aix soll sich nach Gimbernat die gelatinöse Muskelfleisch-ähnliche Materie bilden, wenn die Wärme auf 12° kommt. Nach Anglada findet sich Glairine auch in den Quellen von Quez, die nur 17°,9 warm sind. Ob hier organisirte Formen zu Grunde liegen, ist mir unbekannt.

Die Temperatur des W. bleibt nicht ohne Einfluss auf die Färbung der Gelatine. Die rothe Farbe zeigt sich zu Valdieri bei 56—62°, die weisse bei 46—54°, die grüne von 34—44°, so dass dasselbe Stück Muffe dreierlei Farben darbieten kann. (*Garelli.) Die weissmatte Farbe soll sich nach Anglada besonders bei weniger warmen Quellen finden, die rothe fast nie als in den heissesten Quellen. Auch Bouis bemerkt, dass die Schwefelwässer, die mit einer Wärme über 50—55° entspringen, eine röthliche Gelatine bilden u. zwar um so intensiver gefärbt, je höher die Temperatur; die weissen Absätze zeigen Schwefelwässer unter 50° an, die grüne Farbe zeigt sich unter Umständen bei nicht geschwefelten Wässern. In den Thermen S. Petri u. Domus novae (Abano) ist die Conferva alba bei einer Wasserwärme von 62°5 weiss, wo dagegen das W. nur 50° hat, etwas grau. (Nach Andrejewskiy's Referat.)

Die Jahreszeit ist nicht ohne Einfluss auf die Bildung der organischen Massen. Zu Néris hat man beobachtet, dass sie sich von Mai bis November vorzüglich entwickelt. Auch zu Bourbon l'Archambault hört die Vegetation im Winter auf u. ist im Sommer am bedeutendsten. Die Schleim-Teppiche an den Karlsbader Quellen erscheinen im Sommer bei feuchter Witterung oft sehr schnell u. verschwinden durch Kälte u. Trockniss.

Das Licht scheint im Allgemeinen für die Bildung der organisirten Quellgebilde nöthig zu sein. Nach *Grellois vermindert sich der Absatz der organischen Materie im grossen Brunnen von Bourbon l'Archambault mit der Tiefe. Auch am Rande des kleinen Brunnens zeigt sich dieser Einfluss des Lichtes. Nach der Südseite ist die Vegetation kräftig u. schön grün, nach Ost u. West schwächer u. grüngrau, nach Nord, wo das Badgebäude steht, sieht man keine Vegetation, sondern nur Sinter. W. von Wiesbaden, 17 Tage dem Lichte ausgesetzt, zeigte theils

blasen- theils fadenartig aneinandergereihte Körperchen, die nach 25 Tagen beim Lichtreize oscillirten. (*Kastner.)

Zuweilen bilden sich aber auch im Dunkeln derartige Organismen. Reveil fand in einem Gange einer Quelle zu Cauterets, wohin nie Licht kam, grüne Sulfuraire; zu Dax fand Serres in ganz dunklen Räumen die grüne Materie. Im Eisen-W. von Plombières u. Luxeuil fand Jutier nicht über $^{1}/_{500}$ Mill. dicke Fäden ohne Segmente; sie bilden sich bei u. ohne Lichtzutritt, im Kalten wie im Warmen.

Rothe Organismen. Vgl. Morren Rech. sur la rubéfaction des eaux etc. 1841. 27 p.; Ehrenberg's lange Liste roth gefärbter W. (Poggend. Annal. 1830, XVIII, 480—90 u. Abh. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1847. Phys. 325—395); Schnetzler üb. eine rothe Materie zu Alliaz in Verh. d. schweiz. nat. Ges. 1856, 101—3.

Rothfärbungen der Quellen, die man auf die Bildung mikroskopischer Organismen zurückführen muss, werden bereits von Vitruv (VIII, 3) erwähnt. „Spuma uti flos natat in summo, colore similis vitri purpurei; haec maxime considerantur Athenis, ibi enim ex eiusmodi locis et fontibus et in Asty et ad portum Pyraeum ducti sunt salientes, e quibus bibit nemo propter eam causam.“

In der von Ehrenberg veranstalteten Aufzählung rother W. sind die meisten Beispiele aus dem Alterthume, gar keines aber von einer dauernd blutroth gefärbten Quelle. Die rothe Färbung der Qu. oder des Quellbodens rührt meistens wohl von Eisenoxyd her; organische Materien inficiren das W. einer Qu. nur höchst selten der Art, dass diese als blutiger Fluss erscheint.

Neulichst hat Squier (Notes of Central-America 1855) über ein solches Phänomen berichtet, welches aber auch nur ein Tröpfelwasser betrifft. Beim Städtchen Virtud (Dep. Choluteca, Rep. Honduras) befindet sich eine Grotte, von deren Decke beständig eine rothe Flüssigkeit so reichlich quillt, dass sich auf dem Boden einige blutrothe Pfühle bilden. Die rothe Substanz riecht, schmeckt, coagulirt u. fault wie Blut. Die davon angezogenen Insekten legen ihre Larven hinein, Hunde, Fledermäuse u. Vampyre fressen diese Substanz. Die schnelle Zersetzbarkeit derselben hat ein paar Versuche sie durchs Mikroskop zu ergründen, vereitelt. Nach anderer Nachricht rieselt der Blutbach (Rio de Sangre) aus einer Trachyt-Grotte nahe bei Choluteca in Centralamerika (Compt. r. XLIII, 680). Im Momente der Entstehung, d. h. wohl am Ursprunge, ist die Flüssigkeit blutroth, geruchlos, fast ohne Geschmack u. an Dichte 2,75 (was heisst das? L.). Einige Schritte vor der Grotte beginnt die Zersetzung; sie riecht nach angegangenem Fleisch u. entbindet ein Gas, worin CO^2 vorherrscht. Die Geier u. andere Fleischfresser verzehren sie („die Flüssigkeit“) in grossen Quantitäten. Sie gerinnt durch Säuren u. löst sich wieder in Alkalien; sie gerinnt auch bei Erwärmung bis zu 80°, schwillt dann auf u. bildet eine schwärzlichrothe Masse. Bei der trocknen Destillation bildet sich empyreumatisches Oel. Nach Rossignon's Beobachtung entsteht die Färbung durch Massen von Infusorien. Allg. deutsch. naturh. Ztg. 1856. No. XII.

Klaproth untersuchte ein Blutwasser aus dem Lubotiner See (Chem. Abh. VI, 96).

Die Sulfuraire von Carcanières soll schön roth sein. Violettrothe Stellen werden bei einer 65° warmen Qu. von Olette bemerkt.

Die Eisenqu. von Plombières soll an der Luft „zu einer fleischrothen Gallerte erstarren“ (Journ. de Pharm. 1858).

Auch ist noch an die rosenrothe Alge der Soolwässer mit violettem Reflex (Haematococcus) zu erinnern.

Es ist hier auch das Phänomen des rothen Regens zu erwähnen, wobei wir nur auf ein Beispiel aus neuerer Zeit verweisen wollen. Das W. eines 1855 im Kanton Zürich gefallenen Regens ging roth durchs Filtrum; das Mikroskop zeigte aber ovale Körperchen als Ursache der Färbung. —

Auch eine blaue oder violette Farbe kommt öfters den Organismen zu, z. B. der Oscillatoria cyanea u. der Calothrix tinct., die nach dem Trockenen sehr schön violett wird. Im letztern Falle geht aber gewiss schon eine Zersetzung vor sich. Die aus Zersetzung hervorgehenden blauen Färbungen werden wir aber später besprechen. Hier erwähne ich darum nur noch eine von Landerer am Ausflusse der

Schwefelthermen von Patradgik beobachtete fette (?) Materie von lebhaft azurblauer Farbe. Soll hier nicht Jodamylum im Spiele sein? Das Chlorophyll der Conferven enthält ja häufig Amylumkörner. Aber auch ein eisenhaltiger Absatz im Stadtbrunnen-Reservoir zu Salzungen enthielt ausser einem gelatinirenden Stoffe, welcher dem Pflanzenschleime sehr ähnlich war, geringe Mengen von Moosstärke u. Spuren von gewöhnlicher Stärke. Selbst die Cellulose könnte mit Jod eine solche blaue Farbe erzeugen.

§. 234. Amorphe organische Quellabsätze.

Nicht wenige W., namentlich Thermen, setzen in Berührung mit der Luft am Quellausflusse oder noch eher an den Seiten u. Decken der Behälter einen meist gallertartig aussehenden organischen Absatz an, der zwar häufig aus organisirten Gebilden besteht, aber auch, wie es scheint, oft amorph ist u. selbst unter starken Mikroskopen keine Struktur erkennen lässt. Diese amorphe Substanz, welche die Franzosen jetzt vorzugsweise mit dem Namen Glairine oder Barègine belegen, ist insgemein mehr oder minder durchsichtig, so dass man sie mit Froschlaich, Gélee u. dgl. vergleichen kann; zuweilen nimmt sie vom Boden die eine oder andere Farbe an oder erscheint opal (Fontan). Man findet diese amorphe Substanz in unterirdischen Höhlen oder Wasserbehältern am Boden, an den Wänden u. oft auch an den Decken als schlüpfrig anzufühlende Häute von verschiedener Dicke abgelagert. Gräfe fand die Form des Gallertniederschlages am meisten ausgesprochen auf Ischia, wo Thermalwässer an nackten steilen Felswänden niederträufeln, so dass es auch nicht scheint, als ob Beschränkung des Luftzutritts zu ihrer Bildung erforderlich sei. Hier häuft sich die betreffende Substanz stellenweise bis zur Dicke einiger Zolle an, wird sehr fest u. besteht aus einzelnen, etwa 1''' starken, lederartigen, schwer von einander zu trennenden Platten, die an der obern Seite jede für sich grün, u. an der entgegengesetzten mehr grau getüncht sind. Je tiefer die Platten liegen, desto mehr weicht ihre grüne Tünchung zurück; die oberste Schicht nimmt fast immer ein sehr dunkles, schönes Saftgrün an. Mit dem Eintritte dieser Farbe entstehen zahllose, kleine, eng aneinander gedrängte, zarte, kaum sichtbare Zellchen; die amorphe Substanz, welche doch hier vorzuherrschen scheint, ist also mit organisirter vermengt. In andern Fällen bilden sich gallertartige Schläuche, deren Höhlung durch das beständige Durchdringen von Gas u. W. offen gehalten worden zu sein schien. In einer gemauerten Höhlung des Schützenhofs zu Wiesbaden hatte sich, so weit das W. gestanden, eine Sinterkruste gebildet; der übrige Raum war ausgekleidet mit einer gallertartigen, glänzenden, eine Linie bis zu mehreren Linien dicken, in ziemlich grossen Lappen abziehbaren, leicht zerreissbaren, braunen Haut, die bouillonartig roch u. im Geschmack dem Hausenblasenleim ähnlich war; sie liess sich in ziemlich durchsichtige Lamellen zerlegen. Die Struktur war faserig, wenig körnig; jedoch konnte mit dem Mikroskope nichts Organisirtes darin wahrgenommen werden.

Die äussere Form der amorphen Quellgallerte richtet sich nach der Wandung, woran sie sich ansetzt; gewöhnlich bildet sie Platten von ungleicher Dicke. Das Aufsteigen gasiger Stoffe u. das geringe spezifische Gewicht der Substanz begründet aber auch eine andere Gestaltung. Es bilden sich nämlich fingerförmige oder konische Schläuche, die auch zuweilen kugelförmig oben enden. Es wurden schon derartige Bildungen in den Thermen von Ischia erwähnt. Aehnliche Schläuche von fingerförmiger Gestalt bilden sich durch Auftreibung der Gallerthäute mit Luft in den seichten Bassins der Euganeischen Thermen. *) Fontan sah solche Schläuche, die sich nach u. nach mit Gas füllten u. vom Boden losrissen, zu Audinat.

---

*) Andrejewskiy beschrieb die amorphe Quellgallerte als Oscillatoria s. Ulva labyrinthiformis (vesicaeformis etc.) in folgender Weise: „Montis-Ironis amantissima, viget in lacunis gradunm 15—50 R.; praeterea ex Euganeorum thermis in Monte-Aegrotorum, nec minus fortasse in aliis fontibus analogis, v. c. in balneis calidis Bragunensibus (Divi Petri) ad Caucasi radices. Vere et prima aestate

Die Bildung des organischen Absatzes in den warmen Bassins von Néris wurde von de Laurès u. Becquerel beobachtet u. zwar an Steinen, die sie täglich aus dem W. heraus nahmen. Schon nach 2 Tagen bemerkt man an den Steinen einen farblosen Anflug mit Luftbläschen, die sich nach u. nach vergrössern. Gegen den 8. Tag ist die viskose grünliche, mit grünen Punkten besetzte Masse ganz fertig. Die grüne Farbe wird immer stärker u. bedeckt die gelatinösen Häute, die sich auch vermehren. Am zwanzigsten Tage ist die Masse völlig gebildet, u. erhebt sich in pyramidenförmigen Auswüchsen nach oben, in deren Enden je eine Luftblase steckt. Diese Pyramiden gehen vom Steine los u. erheben sich an die Oberfläche des Wassers, wenn sie 10—20 Centimeter Länge erreicht haben. (Cf. Taf. B, Fig. 12.) In andern Fällen ist der grüne Auswuchs fast nicht gelatinös, nur wie eine dünne Rabenfeder dick u. geht unregelmässig geformt in die Höhe, selbst bis zu 1 Meter u. enthält nur hie u. da Luftblasen. An den Wänden der Bassins bildet sich eine glatte, leicht schlammige, dunkelgrüne Masse, die nicht leicht über 4—5 Centimeter dick wird. An der Oberfläche des Wassers wird die Masse obenüber trocken, gelbgrün, rostfarben oder grau, u. nimmt den Geruch faulender Pflanzensubstanz an. Die unten im W. gebliebene Substanz wird fast bräunlich oder ockerfarbig, dann compakter u. luftleerer, fadenförmiger u. bildet ein netzförmiges Gewebe von 2—3 Centimeter Höhe. Die gelbgrünliche, nachher braun werdende Materie der Abkühlungsbassins, welche der vollen Luft ausgesetzt sind, ist eine ganz andere; sie bildet eine 1—2 Centim. dicke Bekleidung des Bodens (weniger an den Wänden), die keine Verlängerungen nach oben hat. Sie sieht wie Froschlaich aus.

Der Zutritt der atmosphärischen Luft scheint nicht zur Bildung der amorphen Quellgallerte nöthig zu sein. Zwar bildet sie sich vorzugsweise an solchen Stellen, die nur von einer dünnen Wasserschicht bespült werden oder abwechselnd vom W. erreicht u. wieder verlassen werden. Wir sehen aber auch, dass sie tief unter der Oberfläche des W. entsteht. Nach *Löwig fand sich z. B. in der Staadhof-Qu. zu Baden in der Schweiz die Gallerte auch 9—10′ unter dem Wasserspiegel; zugleich war in derselben Qu. eine ungemein grosse Menge von organischen Fäden.

Man hat vermuthet, die amorphe Quellgallerte bilde sich in Fäden um, hat aber dafür keinen andern Beweis beigebracht, als den, dass in jener sich unter Umständen fadenförmige Gebilde erzeugen; was kaum anders zu erwarten ist, wenn man bedenkt, dass in der gallertartigen strukturlosen Masse Keimkörner u. die Elemente des M.Wassers selbst eingeschlossen sein müssen. Damit ist also zugegeben, dass die amorphe Substanz Lager u. Nahrungsstoff für die später organisirte sein kann.

---

materia, membranae instar lata, natans, pulcherrime viridis, tactu visuque mucosa, vesiculis multis, aëre gasibusque plenis, referta, Confervam gelatinosam Mandruzz. et plantam anonymam gelatinosam Vandell. aequat. Postea ob tophos receptos aliquantum submergitur, vesicularum fit inops, quarum locum utres obtinent conoidei, erecti, 2—4 pollices alti, laeves, vel vesiculis prominentibus tumentes basi simplici multiplicive, apice capitato, rotundo, aliquando laciniarum serie irregulari cincto; colore superficiei exterioris viridi, interioris subflavo.“ (Cf. Taf. B, Fig. 11, wo man die Abbildung des Originales um die Hälfte verkleinert reproducirt findet.) „Auctumno, vel potius hieme ineunte, Oscillatoria haec, crassitie pollens linearum 3—4, jam fontium fundum tenet, salinis terraneisque particulis, ut ita dicam, saturata. Utrium capitula, utresque ipsi rumpuntur emissisque post rupturam aëre gasibusque, collabuntur. Interdum interstitia oriuntur fibrosa, cellulasque efficiunt labyrinthiformes. Planta flavescit, at maculis viridibus et albidis non caret, quarum illae praeteritum, hae futurum statum indicant. Utribus enim sensim explanatis, tophus evadit, omnino albidus, paucis cum maculis rufis viridibusve, originem vegetabilem testantibus.“ Dass es sich wahrscheinlich um eine grösstentheils amorphe Quellgallerte handelt, lässt die Untersuchung bei 400maliger Vergrösserung der transparenten Materie vermuthen, obwohl er unregelmässige, sehr kleine, verworrene Fäden fand.

Nach Cazins Untersuchungen bilden sich aus Glairin, d. h. aus der leblosen Quellgallerte, die man in einer geschlossenen Flasche unter Luft stehen lässt, feine durchsichtige anastomosirende Fäden, die aus Körnchen zu entstehen scheinen. Auch in der häutigen Form (Diphthérose) entstehen netzförmige Fäden. „Setzt man" sagt Fontan (p. 74) „die strukturlose Gallerte, welche sich an den Wänden der Behälter u. Röhren bildet, worin sich Schwefelwässer unter Luftzutritt befinden, auf Flaschen, die etwas Luft enthalten u. bringt sie ans Licht, so bilden sich nach einiger Zeit kaum merkbare Körnchen darin, die nach einigen Monaten zu weissen höchst zarten Fäden ausgewachsen sind." Die Körnchen werden wohl von vornherein vorhanden gewesen sein. Als die erwähnten Schläuche, welche Fontan zu Audinat fand, einige Zeit im W. gelegen hatten, zeigten sie eine Struktur, wie die der Anabaina.

Manchen ist es wahrscheinlicher, dass der Vorgang häufiger ein umgekehrter ist, so dass aus den organisirten Gebilden amorphe entständen. Es ist bekannt, dass mehrere mikroskopische Organismen gallertartige Stoffe erzeugen. Namentlich alle Diatomeen sondern aus den Oeffnungen ihrer Schalen eine schleimige Substanz ab, welche bei den Naviculis, wenn sie nicht in ganz dichten Massen beisammen sind, nicht immer bemerkt wird, sondern sich mit dem W. mischt u. verschwindet. Wenn jedoch gewisse Arten, wie z. B. Nav. appendiculata, nur an feuchten Stellen leben, so mehrt sich diese gallertartige Substanz u. die Naviculae werden von derselben ganz eingehüllt. In vielen Fällen sondert sich diese Substanz vorherrschend an bestimmten Enden ab u. dient als Haftstiel. Bei gewissen Gattungen ist die Gallerte zu einem Schlauche entwickelt, der ganze Reihen von Körperchen umhüllt u. wohl für sich vegetirt u. sich algenartig verästelt. Seguier u. Al. Constant wollen auch die Entstehung der amorphen Gallerte aus den Fäden beobachtet haben. Doch hat man dagegen folgende Einwendungen gemacht. Nach Filhol gibt es kalte Qu., die amorphe Gallerte bilden, aber keine Sulfuraire; wenn man hier nicht annehmen will, dass andere Formen die Stelle der Sulfuraire vertreten. Andererseits komme, sagt man, Sulfuraire vor, dort wo man keine Spur von amorpher Gallerte finde; was man zugeben kann, ohne damit doch zu läugnen, dass sich unter andern Umständen aus andern Organismen dennoch amorphe Gallerte bilde. Fontan hat die fadenförmige Substanz eines Schwefelwassers 3 Jahre lang unter W. aufbewahrt, ohne dass sie ihre Struktur verloren u. ein gallertartiges Ansehen erlangt hätte. Auch dieser Versuch beweist nicht, dass unter beständiger Erneuerung des W. u. bei höherer Wärme die organisirten Gebilde in amorphe zerfallen. Andere, z. B. Lambron, glauben sich von dieser Umwandlung thatsächlich überzeugt zu haben; es wird aber kaum möglich sein, ein sicheres Resultat zu gewinnen, wenn man nicht den beständigen Zutritt von W., aus dem sich ja die amorphe Gallerte direkt absetzen könnte, abhält. Ein Umstand könnte davon abhalten, den Uebergang der organisirten Substanz in die amorphe anzunehmen; die amorphe findet sich in Höhlungen, wo Luft u. Licht keinen Zutritt hat, was bei den organisirten Bildungen weniger der Fall zu sein scheint.*)

Die angebliche Verflüchtigung der organischen Substanz wird am besten zu Luchon u. Cauterets beobachtet, wo die M.Qu. am Felsen mit Beihülfe tiefer Tunnels gefasst sind. Wenn die Luftwärme nahe Null ist, so bedeckt sich die Innenfläche der Thüren dieser Tunnels mit warzenförmigen Haufen gelatinöser Substanz, die der organischen Materie der M.W. völlig gleich aussieht u. welche sich nur an den Fugen u. Rissen findet, wo der Zutritt u. der Einfluss der Kälte stattfinden kann. Zur Zeit der Wärme vergeht diese Erscheinung u. man sieht auf der Innenseite der Thüren nur Häutchen, die ganz mit eingetrockneter Baregine übereinkommen. Das Phänomen ist um so ausgesprochener, je häufiger der W.-Dampf in den Galerien ist. In den Cäsar-Galerien zu Cauterets, wo an Baregine sehr reiche W. sind, kann man auf der innern Fläche der Thüren bedeutende Mengen dieser condensirten Materie sammeln, obwohl die Thüren nicht weniger als

---

*) Ich beziehe mich hier zunächst auf den amorphen Absatz an der Wiesbadener Qu.; man würde vermuthen dürfen, dass hier auch die Luft keinen Zutritt gefunden hätte, wenn nicht der Sinterabsatz, der sich an den tiefern Stellen fand, das Gegentheil wahrscheinlich machte.

33 Meter von der nächsten Qu. sind. (*François.) Die Materie gleicht nach Henry's Untersuchung ganz der in den Leitungen der Galerien entstehenden Baregine u. enthält auch Jod, Chlor, Sulfate u. Silikate. (Sollen sich letztere denn auch verflüchtigen? L.) Es fragt sich aber, ob diese als angeblich verflüchtigte u. condensirte Materie nicht unter Mitwirkung organisirter Formen entstand, die eine Nahrung in den flüchtigen organischen Stoffen der Mineralwässer fanden. Die amorphe Gallerte, welche über dem Spiegel der Schützenqu. zu Wiesbaden sich unter dem, mehrere hundert Jahre andauernden Einflusse der Dämpfe gebildet hatte, braucht sich auch grade nicht durch Sublimation gebildet zu haben, was hier selbst nicht wahrscheinlich ist, weil der über dem W. befindliche Raum durch Dunst des bei seinem höchsten Stande nur 3' von der Decke entfernten W. ziemlich gleichmässig erwärmt sein musste. Wahrscheinlich hatte hier ein capilläres Hinaufziehen des W. stattgefunden, u. aus ihm sich allmälig der Quellabsatz gebildet. Dasselbe wird der Fall gewesen sein mit den gallertartigen Zapfen, die nach der Meinung Gräfe's auch von sublimirtem, organischem Stoffe gebildet waren, an denen er aber einen geringen bittersalzigen Geschmack wahrnahm.

§. 235. Chemisches Verhalten und Zersetzungsprodukte der Quellorganismen und der amorphen organischen Quellabsätze.

Die frische Substanz ist ungemein wasserreich. Henry erhielt z. B. 73—85—98 % W.; die frischen Conferven von Néris enthielten 97,75 % W. u. nur 2,25 organische stickstoffhaltige Materie.

Die Analysen der organischen Substanzen der Quellen sind mangelhaft u., was das Schlimmste ist, wo solche gemacht sind, ist gewöhnlich nicht gesagt, welcher Art die dazu genommene Substanz war u. wie sie gewonnen worden. Meistens scheint ein aus organisirten Fäden bestehender Quellabsatz oder ein gallertartiger Ueberzug, wie er sich in den Bassins bildet, dazu benutzt worden zu sein. Gewöhnlich ist die analysirte Substanz stickstoffhaltig befunden worden. Longchamp bekam bei der Destillation 10 % von der salzfreien, trockenen Substanz kohlensäuerliches Ammoniak u. 26 % Kohle. Kastner zersetzte die organische Substanz des Wiesbadener W. u. erhielt N 17 %, C 56,5, O 25, H 7,4. *Monheim bestätigte dies für die in Aachen vorkommende Substanz (Aachen, S. 299). Diese Zusammensetzung kommt sehr nahe mit der der Protein-Verbindungen überein. Bouis gibt folgende Zusammensetzung der Glairine von Olette an (nach Abzug von 31,9—38,3—41,3 % Asche u. reducirt auf 100 Theile):

	I	II	III
Kohlenstoff	75,5	78,24	78,27
Stickstoff	12,56	9,89	9,69
Wasserstoff	11,94	11,88	12,03. *)

Der Stickstoffgehalt war um so geringer, je organisirter die Substanz war. Henry fand 1½—2—6—7 % Azot in verschiedenen getrockneten Substanzen. — Die Oscillatoria labyrinthiformis gibt nach *Andrejewskiy bei der trockenen Destillation Ammoniak u. Stickstoff.

Kastner will aber den gallertartigen Ueberzug der Schützenhofqu. zu Wiesbaden, der doch unter dem Mikroskope keine Struktur zeigte, azotfrei befunden haben; er bezeichnet ihn als Pseudomucin oder als azotfreies Horn, das dem Chitin ähnlich war. Vgl. auch die Analyse von Jung (Jahrb. f. Deutschl. Heilqu. IV, 1839, 296—299).

Die Reaktionen der Quellengallerte, wie sie angegeben zu werden pflegen, sind auch weniger auf die ursprünglich gelöste Substanz als vielmehr auf die organisirten u. nicht organisirten Gebilde, die am Ausgange der Qu. aus diesem organischen Antheile des W. hervorgehen, zu beziehen.

Die weisse gelatinöse Materie, die sich in dem mit HS gesättigten, der Luft ausgesetzten W. in 1—1½ Monat bildet, welche CO^2 abgibt u. bei der

*) O ist wohl unberücksichtigt geblieben.

Zersetzung N, Kohlenwasserstoff u. kohlens. Ammoniak bildet, wird durch Säuren, Gallussäure, essigs. Blei, salpeters. Silber gefällt. Nach gewöhnlicher Angabe ist die Quellengallerte in kaltem W. wenig, in warmem W. mehr löslich; die wässerige Auflösung wird durch starke Säuren gefällt, ebenso durch Galläpfelabsud, nicht durch Quecksilbersublimat. Von Knochenleim unterscheidet die Aachener Substanz sich, dass sie keine Klebkraft hat, auch im concentrirten Zustande nicht erstarrt, gut ausgewaschen, aber nass gehalten, höchst schwer fault. Durch das Nicht-Faulen unterscheidet sie sich von thierischem Schleim; sie ist kein Eiweiss, weil sie nicht durch Quecksilbersublimat gerinnt. Aether u. Alkohol fällen sie; ebenso Goldchlorid, welches dabei reducirt wird. — Die Substanz von Eilsen verhält sich in folgender Weise. Ihre Farbe ist im frischen Zustande röthlich weiss, mit amethystfarbenen braunen Punkten gemischt. Im Ansehen ist sie blätterig, schleimig, im Anfühlen schlüpferig, eingetrocknet wird sie nicht hornartig, sondern schwarzgrau u. leicht zerreiblich (Westrumb). Sie besteht aus 5/6 W., das Uebrige ist grösstentheils Schwefel u. Kalkerde, Harz u. Salziges. An organischem unlöslichem Stoff ist nur 2 1/6 % vorhanden. Ein kleiner Antheil, 1/3 %, ist schleimige Substanz. Das erste Destillat ist geruchlos. — Die feste Materie des Vichy'er W. ist in kaustischem Kali mit gelber Farbe theils löslich; Säuren schlagen sie braun oder blau nieder; sie enthält Thonerde, Eisen, Kalk. — Die Glairine von Cauterets ist in kaustischem Natron zum Theile unlöslich; das Lösliche wird durch Essigsäure nicht gefällt; sie ist in kaustischem Kali unvollkommen löslich; Säuren schlagen leichte Flocken aus der Lösung u. Phosphors. etwas „Eiweiss." — Nach *Henry entfärbt Chlor (langsam die rothe u. violette Substanz, wie auch schwefelige Säure das Roth von Olette unversehrt lässt); Salpeters. bildet Oxalsäure u. Xanthoproteïnsäure; W. löst nur wenig; kaustische Alkalien etwas mehr, woraus dann Säuren einen porteinähnlichen Stoff fällen. Nach O. Henry ist eine quaternäre Substanz u. eine der Cellulose ähnliche ternäre vorhanden; sehr concentrirte Schwefels. löst die Cellulose u., wie es scheint, auch die Cellulose der Baregine.

Der Gehalt an unorganischen Substanzen ist oft beträchtlich. Nach Lambron enthielt die organisirte Sulfuraire 10,9 % Asche, die amorphe 12,7 %. — Die organische Substanz von Valdieri hinterliess, bei 100° getrocknet, beim Verbrennen 28 % Rückstand, wovon 10,9 mineralische Bestandtheile, 17,1 Sand; in der Asche waren Kali, Natron, Kalk, Thonerde, Eisen u. Kieselsäure. — Lecomte bekam 65 % (der bei 100° getrockneten Substanz) mineralische Theile. — Nach *Reveil hielt die auf Leinen ausgetröpfelte organische Materie von Cauterets ausser 96,1 % W. noch 2,95 Mineralisches (Chlor, Sulfate, Silikate, Quarz etc.) u. nur 0,906 % organischer, stickstoffhaltiger Materie. — Die trockene Conferve von Néris gab fast 45 % Asche. Eine Analyse der Confervenasche (fast 56 %) ergab: Kiesels. 22,38, kohlens. Kalk 24,68, Gyps, Kali, Jod, Mangan etc. 2,6, Eisenoxyd 2,1. — *Filhol fand 12,7 % Asche in der trockenen Baregine. — *Andrejewskiy traf in der Asche der Oscillatoria labyrinthiformis Mangan, Brom, Salpeters., Phosphors. nicht, aber wohl Schwefels., Kiesels., Kohlens., Chlor, Jod, Schwefel, Ammon, Natron, Magnesia, Kalk, Thonerde u. Eisen. — Die grüne Tremella thermalis von Plombières enthält ausser organischem Stoff (namentlich rothfärbender Masse) Ammon, Eisen, Kiesels., Thonerde u. schwefels. Kalk. — Eine schleimartige belebte Masse, die im W. von Luxeuil schwebt, enthält Eisen, Mangan, Thonerde u. etwas Kalk; die fette schwarzbraune Masse, die die Wände der Fassungen dort überfirnisst, hält auf 8 organische Theile: Eisenoxyd 17, Manganoxyd 7, Baryt 0,9, Thonerde 0,8.

Longchamp fand in dem (amorphen?) Quellabsatze der Vichy'er Qu. ziemlich viel Eisen u. zwar mehr im Verhältnisse zu den Erdsalzen, als dies im W. der Fall war. — Die Gallionella ferruginea gibt dem Eisen O zur Oxydation u. nimmt die Kiesels. in ihr Gewebe auf; mit dem Eisen fällt auch Arsenik nieder. — Kützing wies Eisen im Innern von mehreren Diatomeen (Achnanthes sal., Melosira sal., Synedra subt. u. Navicularia thur.) nach; der Panzer derselben besteht aus reiner Kiesels., womit verhältnissmässig nur wenig organische Substanz verbunden war. Mangan traf Leconte in den Conferven von Néris.

Ueber den Antheil, den die organischen Formen an der Bildung des Raseneerzes nahmen, ist oben gesprochen worden.

Auch die Abscheidung des Schwefels wird durch die Organismen der Schwefel-W. befördert; wenigstens bieten sie dem sich abscheidenden Schwefel Sammelpunkte dar. In erdigen Schwefel-Wässern sah Gräfe einen Anflug von Kalk u. Schwefel an der im W. liegenden Gallerte. — Die Aachener Schwefelthermen setzen, scheint's, nur da unter dem W. Schwefel an, wo die weissen organischen Fäden sich bilden, welche ganz damit umhüllt werden, so dass sie auch mit blauer Flamme verbrennen. — Die blätterförmige Substanz der Eilsener Qu. enthielt im nassen Zustande nach Westrumb ausser CO^2 u. HS noch Schwefel 7 %, Kalk 3,5 %, Schwefelcalcium, etwas schwefels. Kalk, schwefels. u. salzs. Natron. — Die organische Substanz von Baden-Baden enthält nach Banhof Schwefel, Kalk u. Eisen. — Nach Fontan steht die Menge der fadenförmigen Gebilde am Ausflusse der Schwefel-W. nicht im Verhältnisse zu der Schwefelmenge des W. (p. 78), wenn auch immer ein kleiner Schwefelgehalt zu ihrer Entstehung nothwendig ist. — Mit Nitroprussidnatrium lässt sich in der Substanz von Phormidium membran. Schwefel nachweisen.

Die Conferven u. Oscillatorien bieten aber für Jod u. Brom einen noch bessern Anziehungspunkt, indem diese beiden Substanzen sich darin anhäufen. Zu Néris, Evaux, St. Honoré u. in den Pyrenäenthermen fand Henry Jod in den mikroskopischen Organismen der Wässer. — Meirac traf in der Oscillatoria Guatelupi neben einem leimartigen, in kochendem W. löslichen Stoff Spuren von Jod u. Brom an. (Journ. de pharm. 3. sér., XVII, 450.) — Bonjean fand Jod in der vegetabilischen Materie von Aix in Savoyen. — Lefort fand Jod in den Organismen von Bourbon l'Archambault. — Der stickstoffhaltige Schleim des Gyps-W. von Leuk, welcher in Essigs. gallertartig löslich ist, enthält nach Morin Jodkalium. — Die weissen organischen Gebilde der Aachener Thermen enthalten ziemlich viel Brom. — Bonjean unterschied das weisse Glairin, welches jodfrei sein soll, vom dunkelgrauen Glairidin, welches Spuren von Jod enthalte. —

Cf. Béchamp et Saint pierre Etude chim. des mat. glair. dépos. dans les eaux de Molitg; 13 p. (Montpellier méd. 1861, mai.) *O. Henry fils Etudes chim. et méd. sur les barégines.

Die chemische Thätigkeit mikroskopischer Organismen zeigt sich sehr auffallend an der Aneignung der Kieselsäure durch gewisse Gattungen. Ich erinnere an die namentlich in gewissen Mooren, z. B. im Franzensbade, vorkommende Kieselguhr, die aus Formen besteht, welche auch in M.Wässern vorkommen.

„Die Kieselguhr kommt in kleinen Häufchen hin u. wieder auf der Oberfläche des Moores u. in dünnen Lagen u. Adern im Moore selbst vor. Sie besteht aus einer undurchsichtigen, graulichweissen u. perlgrauen, matten, sehr zerreiblichen, locker zusammenhängenden, anscheinend erdigen Substanz, ist leicht, fühlt sich sanft u. mager an u. knirscht zwischen den Zähnen. Bei einer genügenden, wenigstens 200- bis 300fachen Vergrösserung erkennt man in den einzelnen Stäubchen eine Regelmässigkeit der Form, eine Nettigkeit des Baues, welche Bewunderung erregend ist. Einige dieser kleinen Körper sind scheibenförmig, andere gleichen Schiffchen oder Stäbchen; bei den meisten zeigt die Oberfläche zierliche, aus regelmässig gestellten feinen Strichelchen, Pünktchen oder Ringelchen bestehende Zeichnungen. Ehrenberg erkannte in der Kieselguhr zuerst die Reste der mikroskopischen Thierwelt der Infusorien als Aggregat von Kieselpanzern, was später zu der merkwürdigen Entdeckung führte, dass ganze weit verbreitete Erdschichten u. Felsmassen diesen für das unbewaffnete Auge unsichtbaren Wesen ihren Ursprung verdanken. Diese Kieselgehäuse sind einzeln durch das ganze Moor verbreitet; wenn man ein Stückchen Moor verbrennt u. die Asche mit einer Säure auszieht, kann man sie leicht in dem Rückstande finden. Sie gehören nach Ehrenberg zu den Gattungen Navicula, Gomphonema, Gallionella, Cocconeis, Bacillaria, die alle auch noch lebend im Schlamme vorkommen u. wovon nur einige Salzwasserthiere sind. Ob übrigens alle diese kleinen Wesen zum Thierreiche gehören, ist noch nicht völlig entschieden. Zoologen u. Algologen ziehen sie zu ihrem Gebiete, so dass es den Anschein hat, als ob sie sich auf der Gränze zwischen Thier u. Pflanze befänden."

„Nach H. Rose ist die Kieselsäure in den M.Wässern meistentheils in Form solcher Kieselschalen enthalten." (? L.) (Cartellieri, M.Moorbäder zu Franz., 1852.)

Im Kieselguhr aus der Umgegend von Algier fand Salvétet SiO^3 86,48, Thonerde 1,41, Eisenoxyd 0,55, Kalk 0,56, Kali u. Natron 2, W. 9. In der Kiesels. waren 80 % von der löslichen Modifikation.

Behandelt man die Glairine von Barèges, Cauterets, Carcanières, Olette, Gazost etc. mit Kali-Lösung oder Flusssäure, so entzieht man ihnen einen guten Theil der Kiesels., wodurch die Conferven mehr sichtbar werden. (Henry.)

Auch bei der Bildung der Sinter verhalten sich die darin (z. B. im Sinter von Meskoutin) enthaltenen mikroskopischen Gebilde nicht unthätig. In den von Saussure (*Voy. dans les Alpes I. 288) beobachteten Falle, wo filtrirtes M.W. von Etrembières in einer mit Glasstöpfel geschlossenen u. ganz angefüllten Flasche ein Jahr aufbewahrt, spathartige Krystalle gebildet hatte, schien die Bildung einer grünen Conferve durch Absorption von CO^2 Veranlassung zu diesem Absatze gegeben zu haben. Als Infusorien des Kalk-Sinters der Hammam Meskoutin bezeichnet Ehrenberg: Eunotia St. Antonii (ziemlich häufig vorhanden), Himantidium grac.?, Navicula grac., Navicula obtusa?, Lithostylidium rectang. u. trabecula. — Die Gegenwart der Quellsäure in kalkigen Absätzen ist vielleicht ein Resultat der Theilnahme organisirter Wesen an der Bildung der Stalaktiten. Vornämlich hat Ludwig am Soolsprudel zu Nauheim den Antheil nachgewiesen, den die Organismen an der Ausscheidung des kohlens. Kalks nehmen. Dieser Sprudel liefert ein W. von 32°, welches in einer 2000′ langen Leitung eine überaus reichliche Sinterung veranlasst. Die Sinter bestehen wesentlich aus kohlens. Kalk in rhomboëdrischer Form (35—94 %), demnächst aus kohlens. Magnesia (1—11,7 %), Eisenoxyd 0,1—14 %), enthalten aber ausserdem noch Sand, Thon u. organische Reste, die aus Diatomeen bestehen. Der Absatz des kohlens. Kalks wird vorzüglich durch die Organismen begünstigt, indem sich an ihrem untern Theile fortdauernd reichlicher Sinter bildet, während der obere üppig fortwächst. Die Organismen zerlegen nämlich die Bicarbonate, nach Meinung der genannten Chemiker, indem sie CO^2 anziehen u. O aus derselben abscheiden, vielleicht aber noch mehr durch die Abscheidung der CO^2 vermöge der vielseitigen Berührung, welche sie dem W. bieten. Diese Thätigkeit der Organismen bei Ausscheidung des kohlens. Kalks zeigt sich nicht blos in den jüngsten Quellsintern u. Kalktuffen (z. B. bei den Euganeischen Bädern, besonders den Thermen Abano's, wo mehrere derselben Algen wie in Nauheims Soole vorkommen), sondern sie ist auch in den Schichten mancher Kalke der Tertiärformation zu bemerken, wie z. B. in dem Litorinellenkalke bei Bönstadt in der Wetterau. Hier finden sich in grosser Ausdehnung fast nur Ueberrindungen, scheinbar von Charen. Dasselbe ist bei Bingen in derselben Steinart der Fall.

Die Pflanzen scheinen, nach Ludwig, das Chlormagnesium in kohlens. Magnesia zu verwandeln. Die Nauheimer Soole soll kein Magnesium, was nicht an Brom oder Chlor gebunden wäre, enthalten. Die Sinterabsätze in der Soolleitung u. aus dem Behälter enthalten aber durchschnittlich 9 % kohlens. Magnesia auf 100 % kohlens. Kalk. Die aus dem Behälter fliessende Soole war in der That um 0,0244 % des Chlormagnesiums ärmer; diese Thatsache lässt sich meines Dafürhaltens aber ganz ohne Vermittlung der Pflanzen erklären.

Die in der Soolleitung wachsenden Pflanzen gehören zu den Geschlechtern Leptothrix, Microhalva, Amphora, Synedra, Vaucheria u. Protococcus. (Cf. Poggendorf's Annal. 87. B., 91, 143.) *)

---

*) Nicht mikroskopische Pflanzen wirken ganz ähnlich.

Die untern Theile von Hypnum commutatum werden nicht selten in kalkhaltigen Qu. mit kohlens. Kalk inkrustirt, während das Moos oben fortlebt (Griesebach). Zahlreiche Qu. bei Ilfeld am Harz überkrusten die ältern Blätter der Moose, während die jüngern hervorwachsen (O. Weber). H. Ludwig wies nach, dass bei Ahlersbach aus einer schwachen Qu. mit nur 3,1 Z.T. kohlens. Kalk Hypnum tamariscinum ein aus den zierlichsten Inkrustationen bestehendes Kalktufflager bildet, ohne dass daran die Verdunstung betheiligt ist. Es werden ähnliche Beispiele angeführt, wo Cladophora, Chara, Zarichellia kalkarmen Bachwässern Kalk entziehen.

Die Sinter-Inseln im Solfatara-See zwischen Rom u. Tivoli bilden sich auch mit Beihülfe der Pflanzen. „Die hohe Temperatur des W. (26°7) u. die

Aus dem Karlsbader W. setzt sich in den Flaschen ein Niederschlag ab von Kiesels., Phosphors., Thonerde, mit etwas Mangan. Diese Bestandtheile sind mit einem organischen Stoffe verbunden, der unter Einfluss der Luft schwarz wird (Berzelius). Das Schwefel-W. zu Eilsen setzt in den Flaschen am Niveau des W. zuweilen eine schwarze pechartige Materie ab, welche Schwefel enthält (Westrumb). In beiden Fällen sind wahrscheinlich auch organische Bildungen im Spiele.

Ammoniaksalze u. Nitrate werden von Süsswasserconferven zersetzt. (Bineau in Annal. d. Chim. XLVI, 1856.)

Die in u. an den Quellen lebenden Organismen haben also gewiss durch Ausscheidung von Jod, Schwefel, Eisen, Kalk, Kiesels. etc., so wie durch Zersetzung gewisser Verbindungen einen Einfluss auf die Mischung des Wassers. „Sie finden sich in einzelnen Qu., wie zu Soden, Kronthal u. Ems, in so ungeheuerer Menge, dass man den Einfluss, den sie auf die Beschaffenheit des W. ausüben, keineswegs ganz übersehen darf. Es ist bekannt, dass die Pflanzen, dem Sonnenlichte ausgesetzt. Sauerstoffgas entbinden. Diese allgemeine Regel wird wohl auch hier keine Ausnahme erleiden, u. vielleicht erklären sich hieraus die Spuren von Sauerstoff, die man hier u. da bei der Analyse der Thermalwässer gefunden hat. (? L.) Ebenso ist wohl ein Theil des Stickstoffs u. der Kohlensäure von den verwesenden Bestandtheilen solcher mikroskopischer Pflanzen abzuleiten u. da diese Organismen sich schwerlich in stets gleichen Proportionen erzeugen, so wäre zu vermuthen, dass das Verhältniss dieser Gase nicht immer das nämliche sein wird. Dasselbe lässt sich für diejenigen Bestandtheile des M.W. behaupten, die vorzugsweise an diese organischen Körper gebunden sind. Dies betrifft einen Theil der Kieselsäure u. des Eisengehaltes der Qu. von Soden, Ems, Kronthal, Wiesbaden etc., da der Gallionella ferruginea, die in allen diesen M.Qu., wiewohl in sehr verschiedenen quantitativen Verhältnissen, vorkommt, jedenfalls ein nicht unbeträchtlicher Gehalt von Eisen u. Kieselsäure zugeschrieben werden muss.“ (Schulz in Jahrb. des Vereins für Naturk. in Nassau 1852, 8. Heft.)

„Die Luft, welche die Algen im Sonnenschein entwickeln, ist zum Theil reines Sauerstoffgas. Dieses zeigt sich besonders bei den Isocarpeen, auch die Diatomeen eingeschlossen. Ob die rothgefärbten Heterocarpeen Sauerstoff im Sonnenlichte entwickeln, ist noch nicht durch Beobachtungen festgestellt. Es ist aber kein Grund vorhanden, anzunehmen, dass diese Erscheinung bei den letztern nicht auch Statt finden sollte. Die niederen Tange (Oscillarien, Conferven, Diatomeen etc.), welche anfangs auf dem Grunde der Gewässer sich befinden, entwickeln die Luftblasen zwischen ihren Schleim- oder Fasermassen, werden dadurch specifisch leichter u. erheben sich auf die Oberfläche, wo sie schwimmend erscheinen u. selbst bisweilen schaumige Massen bilden.“ (Kützing Phycologia Germanica. pag. 27.)

Wir haben schon dieser zufälligen Entwicklung von Sauerstoff gedacht (S. 59).

Das Gas der Conferven zu Néris enthielt N 75,03, O 20,52, CO^2 4,45 %.

---

grosse Menge CO^2, welche es enthält, begünstigen die Vegetation. Die Travertin-Bänke sind daher überall mit Moosen, Lichenen, Conferven u. andern Pflanzen bedeckt. Mit dem Fortschreiten der Vegetation geht aber zugleich überall die Ablagerung der Kalkmasse vor sich, welche beim Entweichen der überschüssigen CO^2 niedergeschlagen wird u. dadurch ist die Flüssigkeit, welche an u. für sich blau erscheinen würde, stets milchartig. Durch die Zersetzung der CO^2 macht die Vegetation so rasche Fortschritte, dass selbst im Winter mit abgesetztem Travertin vermengte Massen von Conferven u. Lichenen beständig durch den Strom vom Ufer abgerissen u. den bedeutenden Fluss hinuntergetrieben werden, dessen Oberfläche daher nie frei von kleinen Inseln ist. Gewöhnlich sind diese Inseln nur einige Zoll gross u. bestehen blos aus dunkelgrünen Conferven oder aus purpurrothen u. gelben Lichenen, zuweilen aber haben sie einige Fuss im Durchmesser u. enthalten Samen u. verschiedene Arten gemeiner W.-Pflanzen, die mehr oder weniger von kohlens. Kalk inkrustirt sind.“ Mantell Phänom. d. Geol. II, 1839.

Marchand untersuchte die Luft eines vor Licht geschützten, aber der Atmosphäre zugänglichen W. u. fand darin 32—33 % O. In der Luft des W., in welchem sich am Lichte die Priestley'sche Materie gebildet hatte, fand er 33,5 % O; dagegen hielt die Luft dieses W. bei weiter vorgeschrittener Fäulniss nur 20 % O; der Rest war immer N.

Das Bassin der Qu. Descure zu Bourbon-Lancy ist von einer grünen Materie ausgekleidet. Ziemlich grosse Gasblasen kommen vom Grunde herauf, um an der Oberfläche zu platzen. Dann verbreitet sich ein Geruch, der noch unangenehmer ist, wie der von faulen Eiern u. der die Nähe dieser Qu., welche doch keine faulende Conferven enthält (? L.), unangenehm macht. Die Qu. Reine gibt geringere Mengen Gas ab, das auch nicht jenen Fäkal-Geruch verbreitet. Auch die Qu. St. Léger verbreitet diesen Geruch nicht.

Nach Forchhammer hält sich das auf dem hohen Meere geschöpfte W., wenn sich nicht zufälliger Weise Schwärme von mikroskopischen Thieren darin finden, auf Flaschen eine unbegrenzt lange Zeit, selbst 15 Jahre, ohne dass sich eine Spur HS darin entwickelt. Das in der Nähe der Küsten oder an Stellen, wo mikroskopische Thiere oder Pflanzen vorkommen, geschöpfte W., geht bald in Gährung; die SO^3 wird zersetzt u. HS gebildet. Ein nicht weit von der Mündung des Platastromes geschöpftes W. entfärbt 76—114mal mehr übermangansaures Kali als auf dem hohen Meere geschöpftes; es hatte sich aber doch im Verhältniss wenig SO^3 zersetzt. In einem andern Falle, wo das W. voller Thierchen war, fand sich aber doch keine SO^3 zu HS umgewandelt.

Faulende organische Substanzen. Nach Soubeiran ist der Geruch der Gallerte anfangs schwefelartig, wird aber bald widerlich u. sie erinnert dann nach Cazin an den Geruch faulender Exkremente. Henry sagt, der Geruch der organischen Substanz sei sehr verschieden, bald nach bebrüteten oder faulen Eiern, bald nach Bouillon, Kleister, gekochtem Fleisch Zu Evaux riecht sie nach Meeresprodukten u. ist jodhaltig. Die Quellprodukte (Conferve) der Quellen von Olette riechen, wenn sie aufbewahrt werden, nach gefaulten Eingeweiden oder gar nach Exkrementen, was Henry von der Gegenwart zahlloser Infusorien abzuleiten geneigt ist. Auch die feuchte Conferve von Néris fault mit Fäkalgeruch, während sie ganz trocken sich gut verwahren lässt. Anglada bemerkt, dass die rothe Glairine von Arles anfangs geruchlos sei, dann aber einen Violen- oder Irisgeruch (vgl. S. 484) annehme, um später einen ekligen Geruch, der dem des gährenden Tabaks ähnlich sei, von sich zu geben. Die frische Oscillarie der Thermen von Bourbon l'Archambault riecht nicht; wird sie aber getrocknet u. wieder in W. gelegt, so fängt sie an sehr zu stinken u. zwar nach Exkrementen. Dabei löst sich der Farbstoff auf. Die filtrirte Flüssigkeit ist grün u. klar, wird aber bald schwarz u. wird dabei sehr fötid. Doch konnte *Grellois die frische Substanz über zwei Monate in gewöhnlichem Wasser ohne Anschein von Zersetzung aufbewahren. Ueber den Geruch der rothen Substanz einer Quelle bei Virtud s. S. 517.

Zersetzungsprodukte. Bonjean unterschied zu Aix eine zweifache Substanz: Glairin u. Glairidin. Jene hat ein feines Gewebe; an der Luft nimmt sie einen stinkenden Geruch an u. bräunt sich mit der Zeit; sie enthält nur sehr wenig Schwefel u. riecht angebrannt wie verbranntes Horn. Wo fremde Wässer sich mit dem Schwefelwasser mengen, bildet sich die geruchlose graue Glairidin, die nicht an der Luft fault, Spuren von Jod enthält, in W. u. Aether unlöslich ist u. nach dem Eintrocknen eine fest werdende zerreibliche Masse bildet. (Journ. de Pharm. S. 3, XVI, 321—333.)

Die lösliche Substanz, die sich aus der Sulfuraire bei ihrer Zersetzung bildet, nannte Lambron Sulfurose, die unlösliche, amorphe, im W. suspendirte Sulfurine. Cazin betrachtet die „Pyrénéine“ der Schwefelwässer als gebildet aus der löslichen Sulfurhydrine, die bei vermindertem Luftdruck sich zur eiweissartigen Sulfomucose an der Luft umbilde. Letztere bilde durch Entwässerung die Sulfodiphthérose, welche Schwefelkrystalle (Prismen u. Oktaëder) enthalte. Cazin hatte noch Sulfosébose, Sulfotrichose u. Sulfosarcose unterschieden in den 1856 entdeckten Quellen zu Luchon. Alle diese Varietäten rechnet er in neuester Zeit

aber zu Calothrix, Leptothrix u. Zygnema, während er die Sulfodiphthérose als Cryptococcus sulfuraria anerkennt.

Die weisse Sulfuraire nimmt nach Fontan zuweilen eine bräunliche schmutzig grünliche, zuweilen auch röthliche Färbung an, nämlich an solchen Stellen, wo sie wenig mit W. bedeckt dem Lichte ausgesetzt ist. Wo das Licht keinen Zutritt hat, bleibt sie weiss (p. 90). In Flaschen unter Zutritt von W. u. Licht lange aufbewahrt, schwärzt sie sich durch Bildung von Schwefeleisen aus zersetzten Sulfaten u. dem Eisenoxyd, was im W. u. in der Baregine selbst ist. Nur an der Oberfläche, wo das Schwefeleisen sich an der Luft wieder in Sulfat verwandelt, bleibt sie weiss (p. 90, 91). Wenn die Substanz sich schwärzt, so fängt sie an sehr nach *HS* zu riechen.

Die blauen u. rothen Färbungen, welche aus der Zersetzung der mikroskopischen Quellgebilde entstehen, verdienen eine nähere Betrachtung. Die organische flüssige (?) Materie von Vichy soll grün beim durchgehenden, purpurroth beim reflektirten Lichte erscheinen, das davon gefärbte Papier grün, nachher blau werden, u. kohlens. Kali dieselbe purpurroth färben. — Bonjean beschrieb einen aus der Glairine mit W. ausziehbaren Stoff. Zoïodine, der sich in violetten Schuppen absetzt u. durch Alkalien braun wird; er ist geschmack- u. geruchlos, stickstoffhaltig, riecht beim Verbrennen hornartig. — Zu Mosul in der asiatischen Türkey, ist eine Qu., Rees ül Naura, woraus man einen blauen Farbstoff zieht. — „Muffae siccatae frustum cum in aqua communi per dies aliquot demersum reliquissem, illud valde tumefactum, aqua vero turbata et subcoerulea apparuit, supernatante pingui pellicula, eademque odorem sulphureum aqua exhalabat.“ De aquis Valdierianis 17. — Die grüne Oscillatoria labyrinthiformis der W. von Montecatini, welche sehr reich an Jodkalium ist, wird im Schatten getrocknet blau; diese Farbe theilt sie auch dem destillirten W. mit. — In der abgesetzten organischen Materie von Plombières bildet sich zuweilen eine grünlich blaue Färbung. — Die Schwefelqu. zu Aix in Savoyen soll beim Gefrieren eine graue oder lichtrothe gelatinöse Materie, die beim Verbrennen empyreumatisch riecht, absetzen, nach Daubeny aber beim Abdampfen in Platingefässen ein violettes Häutchen. Nach Henry wird die rosige Baregine von Aix an der Luft braun.

Nees von Esenbeck zu Bonn hat im Jahre 1836 einen aus der Zersetzung der Burtscheider Organismen hervorgehenden Farbstoff untersucht u. beschrieben (Annal. der Pharmacie 17. Bd., p. 75—82). Er hatte im Winter des Jahres 1834 die am Abflusse der Burtscheider Thermen (an einer Stelle, wo das W. noch etwa 15° C. warm war) mit einem grünen schlammigen Bodensatz aufgenommenen Oscillatorien in dem mit M.W. gefüllten Glase 24 Tage lang bei etwa 10—12° Wärme stehen lassen u. fand dann ein eigenthümliches Farbenspiel an dem in Fäulniss übergegangenen W., das einen unausstehlichen Geruch nach *HS* u. Sumpfluft angenommen hatte. Das W. war von oben betrachtet blutroth u. gegen das Licht gehalten sehr schön himmelblau. Wurde 8 Tage lang jeden Tag das alte W. abgegossen u. mit destillirtem ersetzt, so nahm dieses aus den halbzersetzten, noch immer nach Sumpfluft riechenden Oscillatorien jedesmal den Farbstoff wieder auf. Diese Farbe verging, wenn man das W. an die Sonne stellte, in 3 Wochen; verschwand aber auch allmälig im Dunkeln.... Beim Verdunsten entwickelte sich ein unausstehlicher Gestank u. der violette, mit Weingeist abgewaschene Rückstand entwickelte fortwährend einen heftigen Geruch nach thierischen Exkrementen. Dieser Rückstand war im W. fast unlöslich, gab aber bei Zusatz von Salzsäure eine blaue Lösung. (Aehnliche Beobachtungen sind nachher mehrmals gemacht worden.)

Es war ein eiweissähnlicher Stoff vorhanden, dem Nees den Namen Saprochrom beilegte. Einen ähnlichen, wenn vielleicht auch nicht ganz identischen Farbstoff erhielt er beim längern Stehenlassen der Oscillatoria nigra.

Zu der Prüfung mit Reagentien wählte Nees die Flüssigkeit der letzteren Auszüge, in der kein Gehalt von M.W. mehr zu erwarten war; die dadurch bewirkten Veränderungen wurden nach 18 Stunden beobachtet.

Seine Versuche lassen sich am besten tabellarisch übersichtlich wiedergeben.

Salzsäure erhöhte die Farbe.

Reagentien:	Niederschlag:	Flüssigkeit:
Weingeist.	Flockig, purpurroth.	
Gallustinktur.	Dunkelblau.	Klar, gelblich.
Höllenstein.	Schmutzigbraun.	Farblos.
Bleizucker.	Weiss, reichlich.	
Schwefels. Kupfer.	Himmelblau, schwach.	
Alaun. / Kohlens. Kali.	Reichlich, weiss, ins Violette spielend.	
Salpeters. Quecksilberoxydul.	Schön Violett.	Ganz farblos.
Quecksilbersublimat.	Schön dunkelblau, sehr reichlich flockig.	
Schwefelsäure.	Schwach violett.	
Kalkwasser.	Weiss flockig.	

Döbereiner war geneigt, bei der Bildung des Schwefelschlamms der Schwefelqu. von Berka an der Luft an eine Reduktion von Kohlensäure zu denken. „Setzt man Schwefel-W. in einer verschlossenen Flasche mit etwas Luft in Berührung, so trübt sich nach u. nach das W. u. schillert gegen das Licht gehalten, anfangs mit sehr verdünnter Purpurfarbe, dann mit himmelblauer Farbe u. zuletzt gerinnt aus ihr Kohle heraus.“

Diese u. die auf S. 325 erwähnte kohlige Substanz ist wohl jedenfalls als Zersetzungsprodukt organischer Formen anzusehen. In Burtscheid fand ich an einem Deckstein, der einen kleinen Behälter eines fast nicht geschwefelten sehr warmen Wassers bedeckte, einen dünnen Ueberzug einer schmierigen, schwarzen Masse, einer kohligen Substanz, die sich wahrscheinlich durch den Einfluss der aus den Dämpfen gebildeten Schwefelsäure *) auf vorhandene organische Formen gebildet hatte. Es scheint mir eine von Torosiewicz als zu Iwonicz vorkommende Substanz einem eigenthümlichen Zersetzungsprozesse anzugehören. „Man sieht auf der Oberfläche der Erde zu Iwonicz eine im Anbeginne begriffene, ähnliche Umstaltung der Substanzen pflanzlichen Ursprungs, durch das W., welches von der Belkotka abfliesst (d. i. die Qu., welche durch eine starke Kohlenwasserstoff-Ausströmung immer in Bewegung gehalten wird u. deren W. einen kaum merklichen Rückstand von festem Stoff enthält. Ref.). Es verändert dieselbe durch das fortwährende Strömen in eine petrifizirte Substanz, deren Farbe schwarz, von einer Härte, die am Stahle Funken gibt u. 2,481 spez. Gewicht besitzt; der Strich ist bräunlich, im Bruche uneben, dem Feuer ausgesetzt, verbrennt sie mit heller Flamme, wird bald glühend u. verliert 3—19 Prozent am Gewichte; der graue Rückstand besteht aus Kieselerde mit Eisenoxyd u. etwas Kalkerde. Auch findet man hier eine Varietät der schwarzen Steinkohle“ etc.. Die Algen-Filze in der Leitung der Nauheimer Soole bilden auf dem Boden eine unangenehm riechende kohlige Masse.

Nicht faulende organische Substanz. Während wir über die Zersetzungsprodukte der organischen Quellorganismen sprachen, blieb uns keine Gelegenheit die Bemerkung zu machen, dass mehrere dieser organischen Quell-Erzeugnisse sehr wenig der Zersetzung unterworfen sind. Die organische Substanz der Aachener Thermen (ohne Zweifel ist die weisse organische Substanz gemeint) ist dadurch ausgezeichnet, dass sie selbst unter dem Einflusse von Luft, Wärme u. Feuchtigkeit sehr lange der Fäulniss widersteht. Auch Lhéritier berichtet von der weissgrauen, geruch- u. geschmacklosen, eiweissartigen Substanz, welche sich auf das Gestein an den Thermen von Plombières ansetzt, dass man sie zwei Jahre ohne Zersetzung (trocken? nass?) aufbewahren könne, zuweilen jedoch nehme sie eine leichte Rosa-Nuance u. einen starken Schwefelgeruch an. Aulagnier sagt, dass man die auf der

*) „Ein poröser Korkstöpsel wird auf einer mit Schwefel-W. gefüllten Flasche in kurzer Zeit ganz schwarz. Die entstandene Schwärze ist nicht durch Säuren zu vertilgen, rührt also nicht von einem Eisengehalte des Korks her.“ *Schweigger's Journ. VIII, 1813. Wahrscheinlich ist hier gebildete freie SO^3 im Spiele. Der Holzpflock, welcher viele Jahre den untern Ablauf der Aachener Kaiserqu. verstopfte, war braunschwarz u. sehr zerbrechlich geworden. In letzterem Falle waren vielleicht Alkali, Kochsalz u. Wärme die verkohlenden Agentien.

Oberfläche von Schwefelwässern sich bildende Baregine jahrelang unzersetzt aufbewahren könne. Ebenso verhält es sich mit derjenigen von Baden nach Löwig; das Ansehen der Substanz änderte sich in 1½ Jahren nicht wesentlich; die anscheinende Fäulniss rührte von anhängenden Sulfaten her, die sich zersetzten. Eben daher soll der Schwefelgeruch der organischen Substanz von Cauterets u. von Bagnères de Luchon herrühren. Auch *O. Henry sagt, dass er ganz mit Bourdon übereinstimme darin, dass die reine Baregine sich Jahre lang unverändert erhalte. Die nicht faulende Substanz scheint meistens organisirt zu sein.

§. 236. Mineralwässer-Botanik und Zoologie.

> Peculiaris medicina raphano, betae, rutae, cunilae, in salsis aquis, quae et alioqui plurimum suavitati et fertilitati conferunt.
> Plin. XIX, c. 11.
>
> Quaedam poena emendantur, aut morsu excitantur ut palmae et lentisci. Salsis enim aquis aluntur. Plin. XVII, c. 28.

Die Pflanzen- u. Thierwelt steht in mehrfacher Beziehung zu den Eigenthümlichkeiten der M.W.; einerseits ist es der besondere Temperaturgrad, der einen Anziehungspunkt für die pflanzlichen oder thierischen Wesen abgibt — wie wir im Abschnitte über die Wärme der W. hören werden — andererseits sind es mehr die chemischen Bestandtheile des Wassers, welche dem organischen Leben dienen, worüber an dieser Stelle einige Bemerkungen gemacht werden sollen. Hiervon sind aber die in §. 233 besprochenen mikroskopischen Organismen ausgeschlossen; bei ihnen war diese doppelte Beziehung zur Wärme u. zum chemischen Gehalte nicht wohl zu trennen.

Salzpflanzen. Literatur. Boll Die Seestrands- u. Salinenflora der deutschen Ostseeländer im Arch. d. Ver. d. Freunde d. Nat. in Mecklenb. 1848, II, 67—86. Hornung's Aufzählung von Salzpflanzen u. Salzkäfern im Arch. d. Pharm. 86. B., 1, 45. Köstl Euganeen. Sancti (Analysi etc. p. 44) hat die Pflanzen, die an den Wässern von Pisa wachsen, angegeben. Gonod Études sur les plantes qui croissent autour des sources minér. et recherches sur la prés. de l'iode dans les eaux min. de l'Auvergne. Paris, 1856. Thèse à l'école de pharm.. Die Monographien von Kissingen u. andern Soolquellen.

Die Nähe der Salzquellen wie der Meeresufer lieben gewisse Pflanzen, die man nicht oder seltener an andern Orten findet. An den Salzthermen der Euganeen finden sich nach *Köstl vor: Lappago racem., Arenaria mar., Scirp. lacustr., Sonch. picroid., Chiron. intermed., Rottböllia incurv., Hyperic. humifus., Cryphis schoen.. Foscarini zählt folgende auf: Apium graveolens, Alopecurus Monspell., Aster Tripolium, Atriplex littoralis, Crithmum marit., Crypsis aculeata u. schoenoides, Erythraea spicata, Iuncus acutus, marit., Lepturus incurv., Lagurus ovat., Lin. marit., Silene sericla, Spergularia med. var. mar., Sonch. marit., Plantago marit., Salicornia herbacea. *Andrejewskiy gibt noch an: Samolus Valerandi. An den etwas salzigen Thermen von Lippspringe trifft man: Sparganum ramos., Nasturt. off., Baldingera arund., Sium angustifol., meist mit Glycera fluit. u. a.. *Nivet fand folgende Pflanzen in der Nähe der Säuerlinge der Auvergne: Triglochin mar., Trifol. mar., Glaux mar., Poa mar., Plantago coronopus (mar.), Lepidium sat., Apium graveol., Polygonum monspel., Triglochin pal., Arenaria marg., Carex biligularis. In der Nähe der Quellen von St. Nectaire lebt eine im irländischen Meere u. in Salzsümpfen wachsende Pflanze: Maritima Bauhini.

In der Nähe der Thermen von Karlsbad fand *Schreber (Reise nach Karlsbad 1771); namentlich Iuncus bulb., Carex dist., Agrostis alb., Aira aquat. u. spiculis multifl., so wie sie auch in dem Salzwasser an den Gradirhäusern zu Kötschau angetroffen wird, Lotus cornicul. mit besonders schönen hochgelben Blumen, Campanula persicifolia. Sonderbarer Weise kommen an den Pyrmonter Salzquellen u. Gradirhäusern die eigentlichen Salzpflanzen nicht vor; Atriplex patula u. Zannichellia pal. nehmen deren Stelle ein.

Halocnemum strobilac. u. Salicornia herb. trifft man in der Salzregion der kirgisischen Steppe.

Die Nähe der Schwefelqu. von Eilsen wird besonders von Melilotus off. gesucht.

Viele Pflanzen ziehen das Jod besonders an sich u. halten es zurück (cf. Strumpf's Arzneimittell. II, 658); selbst aus solchen Wässern, die kaum Spuren oder gar keine direkt nachweisbaren Minima von Jod enthalten. Macadan fand es besonders in einigen Sumpfpflanzen (Iris, Fieberklee, Mentha). Nach Chatin's zahlreichen Untersuchungen enthalten aber die Pflanzen, welche in fliessendem W. oder in W.-Ansammlungen wachsen, die hinlänglich gross sind, um durch den Wind bewegt zu werden, dann auch die der Quellen, mehr Jod in ihren Säften, als Pflanzen aus stehenden Gewässern oder gar solche, welche nur zeitweise vom W. berührt werden; der Jodgehalt ist von der Stellung der Pflanze im Systeme unabhängig. Wir haben diesen Gegenstand übrigens schon (S. 218) genug besprochen.

Ich will noch die Bemerkung zufügen, dass Löwig in der Arenaria salina, die bei den Gradirwerken wächst, kein Brom finden konnte. —

Unter die Mineralwasserthiere gehören gewissermaassen alle Bewohner des Meeres u. der Salzsee'n; wir wollen hier aber uns nur mit einigen Arten von Thieren befassen, die in einer mehr auffallenden Verbindung mit den mineralisirten Wässern stehen, worin oder woran sie leben. Andere Beziehungen der Thierwelt zu den M.Wässern werden wir anderswo betrachten.

Ueber Salzinsekten: Bledius tricornis u. Coenia notophila s. Entomol. Ztg. 1843 u. 44. In grosser Menge traf ich die letztere Art an den Salinenwerken zu Kreuznach.

Trotz des hohen Salzgehaltes beherbergt selbst das todte Meer noch kleine Thierchen. In dem Salzsee bei Saak lebt, wenn das W. im Sommer durch Verdunstung sehr concentrirt worden ist, der 3—4 Lin. lange Branchipus Milhausii in überaus grosser Menge, während sonst in diesem W. kein einziges lebendes Wesen, auch keine Pflanze, angetroffen wird u. es also zweifelhaft ist, wovon das Thierchen sich nährt.

Die See'n Sibiriens bewohnt der Cancer salinus (Pallas). Unter die Thiere, welche in sehr gesalzenen Flüssigkeiten vorkommen, ist die Salz-Assel, Artemia sal., merkwürdig. Sie lebt in Salzsee'n, z. B. zu Lymington, u. zu Millionen in den Behältern des Meer-W., welches nach 14 Tagen so verdunstet, dass 1 Pinte ¼ Pfund Salz enthält. Die dem Cancer sal. verwandten, zur Gattung Artemia gehörenden, in eingedicktem See-W. von Marignano vorkommenden Thierchen starben in süssem W. u. in W. von 23° Baumé, während sie sich noch vollkommen wohl befanden in solchem von 15 oder 20° B..

Sehr auffallend ist, dass einige Thiere in süssem W. u. in gesalzenem leben können. Die Medusa marginata konnte Oken 6 Wochen in süssem Fluss-W. am Leben erhalten.

Im Onegasee leben Robben, obschon er Süss-W. enthält. Auf der Insel Saline ist ein See, worin eine gewaltige Sturmfluth Meeresfische (Meunier oder Mega) hineingeweht hatte. Der See war durch allmälige Verdunstung so concentrirt geworden, dass er an den Rändern Salz abschied. Die Fische blieben aber leben, vermehrten sich sehr u. ihr Fleisch blieb wohlschmeckend. Spallanzani, dem diese Thatsache erzählt wurde, wunderte sich darüber um so mehr, als er früher an einer andern Stelle dieselbe Fischart auf der Gränze des süssen u. des Seewassers von den Fischern fangen sah. Andere Seefische starben ihm, die er in ein so gesalzenes W., wie das des See's war, setzte. „Ohne Zweifel“ sagt er „beruht die Eigenthümlichkeit jener Fischart auf einer besondern Einrichtung des Organismus, wir wissen aber nicht, worin diese besteht, vielleicht weniger, weil dies schwer zu erforschen ist, als weil wir es zu erforschen versäumen.“ Jener Fisch scheint Cyprinus ceph. zu sein, ein bekannter Flussfisch, Mön genannt. — Viele Süsswasser-Fische blieben in einem W. mit 100 Z.T. Kochsalz am Leben (*Bouchardat).

Ein kleine Crustacee, Cypris fusca, lebt in den Wässern von Olette.

Ueber die Perlmuschel s. S. 360.

Von Helminthen hat Soubeiran Anguillula Angladae zu Amélie u. Olette, Oncholaimus sulfuraria zu Olette, Phanoglene Filholi zu Olette gefunden. Zwei

Anguillulae finden sich auch im W. von Vittel. Nach Ficinus entsteht in der aufbewahrten Oscillatorie des Teplitzer Wassers Anguillula fluv., nebst einigen Monaden u. Vibrionen.

Die Thierchen, die Nivet in der grünen Materie mehrerer M.W. fand, waren dieselben, die er auch in den Maaren der Ebene von Vaugirard antraf. Monaden, ovale Thierchen, Rotiferen, rothe u. gelbe Anguillulen. Im Sodener Quellabsatze finden sich 4 Arten von Monaden, Volvox, Räderthierchen, Enchelis etc.. Monas sulfuraria ist in den W. der Pyreneen u. von Salies u. Enghien, Monas rosea (sulf.?) in denen zu Merens u. St. Sauveur, M. violacea zu Karlsbad. Eine blaue Oberfläche bildet zuweilen: Stentor coerulens, eine Orange-Farbe: Stentor aureus. Die grüne Färbung wird veranlasst durch Monas bicolor, Uvella bodo, Cryptomonas glauca, Chlamidomonas pulvisculus, besonders durch Euglena viridis. Philodina (roseola?) kommt zu Warmbrunn vor.

Das Meer beherbergt nur wenig Infusorien. Ueber die Thiere, welche das Meer leuchtend machen, s. einen spätern §.

§. 237. Trinkwässer.

Literatur. Gautier Étud. gén. des eaux pot. (applic. aux eaux de Narbonne); Montp. 241 p..

? Ueber Trink-W. u. ökon. W. (auch künstl. M.W.); 1858, 662 p..

Grellois Eaux potables; Paris 1859, 95 p..

Guilbert Ét. s. l. eaux pot. — du Nyonnais etc. 60 p. Thèse, Juill. 1857.

Franz Arago Sämmtliche Werke, 6. B. 1857.

Marchand Eaux pot. en gén.; 1855.

*Fauré Anal. chim. des eaux du départ. de la Gironde; 1853. Enthält eine grosse Zahl eigener Analysen von Brunnen, Quellen u. Flüssen.

Terme Des eaux pot. à distrib. p. l'us. des partic. etc. Rapp.; Lyon 1843.

Guérard Du choix et de la distrib. des eaux dans une ville, Thèse de conc.; Par. 1842.

*Grimaux de Caux Ess. s. l. eaux publ.; 1841.

Dupasquier Des eaux de source et des e. de riv. compar.; Par. 1840.

Al. Müller Ueber das Brunnen-W. grosser Städte in Journ. f. pr. Chem. Bd. 81, 465—475. Van Ankum (Scheik. Onderz. v. nederl. Wateren.) Auszug in *Chem.-Ph. Centralbl. 1855. Gunning Ueber einige niederl. W. (holländisch zu Utrecht erschienen; Ausz. in Ch.-Ph. Centralbl. 1853 u. 1854.) Med. Ztg. Russl. 1856. No. 3 u. 4. Ueber Trinkbarmachen d. W. s. Polyt. Centralbl. 1835. Pappenheim Staatsarzneikunde.

Wir haben die Beschaffenheit des Regenwassers (§. 11 u. S. 117), die der Flusswässer (§. 12, S. 43, 64, 117, 123, 288, 351, 448 etc.), sowie der gemeinen Quell- u. Brunnen-Wässer (65, 128, 220, 287 etc.) an manchen Stellen dieser Schrift beachtet. Damit haben wir auch zugleich über Trinkwässer gehandelt, da alle diese Arten von W. nach Umständen zum diätetischen Gebrauche dienen. Es bleiben aber doch die Trinkwässer noch in mehreren Beziehungen zu besprechen. In unmittelbarer Beziehung zur Hygieine wird dies in einer andern Schrift geschehen; hier haben wir es nur mit chemischen Verhältnissen zu thun, wovon sich aber die physikalischen nicht ganz absondern lassen. Diese chemischen Verhältnisse stehen aber wieder in Verbindung mit den hygieinischen, denn es handelt sich hier vorzugsweise um zwei Bestrebungen; die eine ist die, das gute W. unversehrt u. brauchbar zu erhalten; die andere bezweckt, das nicht zum Trinken geeignete W. trinkbar zu machen.

Das gute W. wird in seiner Unversehrtheit bewahrt, wenn man es vor Verunreinigung u. Zumischung schädlicher Stoffe schützt. Die

Aufbewahrung der Trink-W. in geschlossenen, dem Einflusse des Lichtes entzogenen Räumen (Cisternen, Brunnen) hat das Gute, dass sich vegetabilische u. animalische Keime viel weniger als unter dem Einflusse des Lichtes entwickeln, wogegen sie die Schwängerung des W. mit Sauerstoff nicht begünstigt u. die Imprägnation desselben mit Schwefelwasserstoff u. Kohlenwasserstoff, überhaupt mit Fäulniss-Produkten befördert. Besonders bringt das Regen-W. solche Keime mit sich *), wogegen Quell- u. Brunnen-W. sie durch Filtration durch die Erdschichten theilweise abgegeben haben. Das Regen-W. ist auch beim Aufsammeln einer Alteration ausgesetzt. Schieferdächer theilen ihm schwefelsaure Salze mit. (Lavoisier in Mém. de l'Acad. 1790.)

Eine eigenthümliche Verunreinigung des auf den Dächern gesammelten Regenwassers mit schwefelsaurem Kupfer beobachtete Kuhlmann in den nördlichen Gegenden von Frankreich, wo man mit Kohle heizt, die Zweifachschwefel-Eisen enthält, wobei sich schwefelige Säure bildet, die an dem Kupfer eines dort gebräuchlichen Schornstein-Aufsatzes, schwefelsaures Kupfer erzeugt. Er fand 1 Gramm davon in 1 Hectoliter Regenwasser. Bekanntlich kömmt schweflige Säure im Regenwasser der Städte nicht selten vor.

Viel häufiger ist aber die Verunreinigung des Regenwassers (auf den Dächern oder in den Cisternen) mit Blei oder Zink; doch sind auch die andern W. (durch Pumpen u. Röhrenleitungen) dieser Verunreinigung ausgesetzt.

Ohne Zweifel hat fast jedes natürliche W. die Eigenschaft, etwas Blei aufzulösen. Zufolge eines Versuches von Bineau löst reines W. 1/7000 seines Gewichtes von dem auf nassem Wege dargestellten Bleioxyd. Nach Beunie nimmt Regen-W. von einem bleiernen Gefässe weniger leicht Blei an, als Brunnen-W.; nach Graham jedoch löst reines destillirtes W., mit fein zertheiltem Blei (dem pyrophorischen Blei aus weinsaurem Bleioxyd dargestellt) während 24 Stunden zusammengebracht, ziemlich viel Blei auf; dagegen löste destillirtes W., dem 3 Vol. CO^2 beigemischt waren, während einer gleichen Zeit nichts von solchem Blei auf. Kohlensäure scheint also ein Hinderniss für die Auflösung des Blei's zu sein. Nach Medlook lösten 10 Liter gewöhnlichen destillirten W., mit gewalztem Blei in einem offenen Gefässe 2 Tage in Berührung gelassen, ungefähr 65 Centigr. Blei auf, wovon aber nur 1 Ctgr. in Auflösung blieb u. der grösste Theil sich als kohlens. Blei absetzte. — Das Amsterdamer W. (Regen-W.) fand Mulder bleihaltig. (Water. of Amst. p. 231.) — Graham, Miller u. Hofmann halten die Befürchtung, dass das W., namentlich weicheres, aus den bleiernen Röhren Blei in schädlicher Menge auflöse, für übertrieben. Reines W. löste höchstens in 10000 W. 1/420 kohlens. Bleioxyd. Gehalt an etwas CO^2 oder kohlens. Kalk verringert entschieden die Löslichkeit des Blei's. Möglichst mit Bleioxyd beladenes W. verlor das Blei an der Luft bis zu 1/525 in 10000. Schwefels. Salze scheinen die Löslichkeit nicht zu verringern. (Nach Nevins verhindert Gyps die Lösung etwas; aber Bittersalz vermehrt sie stark.) Chlor, besonders aber Nitrate u. organische Substanzen vermehren die Löslichkeit sehr. — Nach Nevins befördern lösliche kohlensaure Salze die Lösung. Er betrachtet bleierne Leitungen als ungefährlich; nur könne bei einer Privatleitung, worin das W. sich länger aufhalte, die Gefahr grösser sein. — J. Smith findet, dass die Auflösung schneller vor sich geht, wenn die Röhren nicht immer ganz mit W. gefüllt sind u. Luft Zutritt hat. Das durch bleierne Röhren geführte W. des Flusses Dee hatte 1/240 Blei in 10000. (Pharm. Centralbl. 1851, 608.) — Nach den Versuchen von *Christison u. von *Taylor (Med. jurispr. 1844) sind es besonders 2 Arten von W., die ein grösseres Lösungsvermögen für Blei haben: 1) W., welches viel Kohlensäure enthält, 2) jedes weiche

---

*) „Ingens atque assiduum studium impendendum est, ut pluviales aquae ab eis vindicentur sordibus, quae non modo peregrinorum salium et impuri sulphuris instar occurrunt, sed ovula quoque sunt insectorum et vegetabilium a tectis terraque imbribus abrepta tunc demum animanda, cum humido leniuntur.“ (Lancisi.)

W., welches sehr wenig salinische Bestandtheile u. namentlich keinen Gyps enthält. Ein W., welches nicht den $1/15000$sten Theil seines Gewichts an Salzen hat (destillirtes W., das W. zu Tunbridge), veranlasst unter Luftzutritt schnell die Bildung von kohlens. Blei, besonders schnell an einer reinen Metallfläche, dagegen, wenn das W. nur $1/5000$ schwefels. Kalk enthält, sich blos eine festanhängende Kruste von schwefels. Blei bildet. Noad untersuchte drei W., welche das Blei stark angriffen u. fand in dem einen salpeters. Kalk u. Magnesia, im zweiten Salze von Kali, Natron, Kalk u. Magnesia neben organischer Substanz, im dritten alkalische Carbonate mit wenig kohlens. Kalk u. organischer Materie. (Liebig-Kopp's Jahresber. 1851.) Nach Medlook ist die Einwirkung des Blei's auf Brunnenwässer abhängig von der Gegenwart der Säuren des Stickstoffs, die zunächst durch die Zersetzung organischer Substanzen u. von Ammoniak gebildet werden, welche im W. enthalten sind. W., die von solchen Substanzen ganz frei sind, wirken nicht auf Blei ein (? Ref.). Kohlensäure zersetzt das gebildete basisch salpetersaure Bleioxyd: kohlens. Bleioxyd schlägt nieder u. nur sehr kleine Mengen neutralen salpetrigsauren Bleioxyds bleibt in Lösung. (Froriep Not. 1858, IV.) Wurde vor der Destillation das Ammoniak ausgetrieben, so erhielt man ein destillirtes W., welches, obwohl aus Themse-W. dargestellt, in 48 Stunden keine Spur auflöste. (Journ. de Chim. méd. 1858, Mars. *Balneol. Ztg X.) Mit Zinn vermischtes Blei scheint sich besonders leicht aufzulösen; selbst sorgfältige (?) Verzinnung schützt nicht. Von grossem Einfluss auf die Aufnahme des Bleis von Bleidächern wird, wie schon Baccius bemerkt, die grössere oder geringere klimatische Wärme haben. Bleiröhren, die der Wärme u. dem Luftzutritte entzogen sind, bieten gewiss weniger Gefahr als Bleidächer u. Bleicisternen. Der zeitweilig grössere Gehalt des Regens an salpetersauren u. salpetrigsauren Salzen wird auch von Einfluss sein. Die Versinterung der Röhren muss die Aufnahme des Bleis verhindern. In Amsterdam gelangt das Regen-W. von glasirten Dachziegeln u. von Bleirinnen, die wöchentlich gereinigt werden, in cementirte Regensärge; Blei-Vergiftungen scheinen durch dies so gesammelte W. jetzt nicht vorzukommen. (Cf. Pleischl in Hebra's Zeitschr. 1853.) Frühere Schriftsteller (de Haen, Tronchin) haben jedoch Fälle, wo das auf Bleidächern gesammelte Regen-W. Kolik machte, erzählt. Van Swieten sah eine Familie an Kolik leiden, die sich zum Kochen eines W. bedient hatte, das in einem bleiernen Sarge lange gestanden hatte (III, §. 1062). Dass Bleiröhren, obwohl sie von jeher in Verdacht gestanden, häufig unschädlich sind, zeigt die tägliche Beobachtung, wie dies schon von ältern Schriftstellern bemerkt worden ist. *) Unter günstigen Verhältnissen wird aber doch so viel Blei gelöst, dass es schädlich wird. **)

Zink wird viel leichter als Blei von gemeinem W. gelöst. W., das in einer zinkernen Pumpe gestanden, zeigte sich zinkhaltig (V. Monheim). Nach Boutigny bildet W., welches Kalksulfat oder -Carbonat enthält, in Berührung mit metallischem Zink Zinkoxyd, hernach Zink-Carbonat. Durch die geringe Schädlichkeit dieses Metalls ist man nicht so strenge darauf angewiesen, wie beim Blei, eine solche

---

*) „Multi sunt fontes artificales, quorum conductus sunt ex plumbo facti Parisiis, Brugis et in montibus Pannoniae et aquis eorum utuntur incolae cum cibo et potu nec apparuit, quod inde occurrerint dysenteriam.“ (*Jacob a Partibus in Avicennam.) Man schrieb nämlich ehemals dem Blei das Vermögen zu, Ruhr zu erzeugen.

**) Percival erzählt die Geschichte einer Familie, deren zahlreiche Mitglieder, so lange sie am Wohnorte blieben, alle ungesund waren u. an Krankheiten des Magens u. der Eingeweide litten. Der Vater war seit vielen Jahren gelähmt; die seit langer Zeit Koliken u. Verstopfungen ausgesetzt gewesene Mutter starb gelbsüchtig. Diese Krankheit der Frau war verschiedene Male durch den Gebrauch des Bathwassers geheilt worden, aber trat nach der Niederkunft wieder ein. Man fand den Cylinder der Bleipumpe sehr zerfressen.

Das Erkranken der sämmtlichen Dienerschaft auf einer Villa des Lords Aberdeen (Clark) u. Vergiftungszufälle zu Claremont, dem Aufenthalte des exilirten Königs Louis Philipp, wurden dem Ergebnisse der chemischen Analyse zufolge von einem Bleigehalt des W. abgeleitet.

Verunreinigung abzuhalten. In den Ebenen von Neufburg (Eure) sammelt man Regenwasser in Zinkreservoirs u. bedient sich desselben ohne Schaden als Trink-W. (Auzoux in Ann. d'hyg. 1837, XVIII.)

Eine vielfach besprochene Frage ist die, wie man das W. auf Seereisen vor dem Verderben schützen könne. *) Das Verderben des Süss-W. zur See ist jedenfalls am meisten einer Wirkung der im W. vorhandenen organischen Stoffe u. der sich darin entwickelnden Organismen unter dem Einflusse der Wärme zuzuschreiben, wobei aber auch der organische Stoff der Gefässe (Holz der Fässer) zu beachten ist. Theilweise ist diese Veränderung des W. einem Fäulnissprozesse, theilweise aber auch einer Bildung von Schwefelwasserstoff aus Schwefels. zuzuschreiben. Es ist also nöthig, ein W. zu wählen, das möglichst wenig organische Stoffe u. Sulfate enthält, u. jene, wenn es angeht, (durch Kochen, Tannin etc.) zu entfernen, falls das W. sie enthält.

Wenden wir uns der zweiten Frage zu, wie man nicht gutes W. zu trinkbarem verbessern könne.

Dies geschieht zunächst durch mechanische Mittel. Die mechanischen Mittel, die vorzugsweise zur Abscheidung nicht gelöster Substanzen gewählt werden, wirken aber auch oft zugleich chemisch; ich brauche nur daran zu erinnern, dass Kohlenpulver z. B. Fäulnissstoffe u. etwa vorhandenes Blei ausscheiden kann. So wirken im Gegentheil auch chemische Mittel, z. B. Alaun, dem Filtrum ähnlich.

Den mechanischen Mitteln zähle ich zu das Verweilen des W. in Ruhe. Es ist dies ja das einfachste, dessen wir uns bei Brunnen u. Cisternen sowohl als bei grössern W.-Werken bedienen, um den grössten Theil der ungelösten Stoffe abzusondern. Blos der Mangel an Ruhe macht ja manche Qu. u. manche Brunnen unbrauchbar.

Das vorzüglichste Problem des Filtrirens **) ist es, aus dem W. alles darin Suspendirte abzutrennen. Dies wird aber oft selbst dem Chemiker schwer. Das W. kann so feine Theilchen in sich halten, dass sie kaum durch Filtriren abzuscheiden sind. Cf. S. 467. Das Filtriren bezweckt aber nebenbei auch gewöhnlich eine chemische Reinigung des W. von fauligen, übel riechenden u. schmeckenden u. von färbenden Stoffen; diese werden am besten durch Pflanzen- oder Thierkohle absorbirt. Weder die Missfarbe, noch, wie das Mikroskop auswies, die zahlreichen Infusorien wurden einem grünlichen Sumpf-W., womit Hassel experimentirte, genommen mittels Filtrirens durch Fliesspapier, Sand, Wolle oder Filtrirsteine; selbst Pflanzenkohle reichte nicht aus, wohl Thierkohle; Lehmschichten hinderten nicht den Durchgang von Infusorien, wohl abwechselnde Schichten feinen u. gröbern Thones.

Die Alten waren mit der Einrichtung kleinerer Filtrirapparate nicht unbekannt; sie hatten eigene dazu bestimmte Gefässe (stacta) oder Filter (hylisteres). (Orib. Diaet. II, 5.) Ihre Filter bestanden oft aus Muscheln oder künstlich gemachten Steinen. „Per testas raras interdum turbulentas aquas percolamus, ut Alexandriae et in Aegypto percolatur per quaedam non naturaliter testacea vasea, sed artificiose, ut rara sint, praeparata; quemadmodum et per linteolum huiusmodi vase

*) Vgl. Lowitz Mittel, W. auf Seereisen vor d. Verderben zu schützen; 1790, Warrington Meth. of preserving water at Sea; 1781.

**) Abgesehen von der Wohlfeilheit, Dauerhaftigkeit u. anderweitigen mechanischen Zweckmässigkeit der Apparate.

carentes excolare solent." (*Galen IV in VI de morb vulg. comm. XIX.) Bei Plato (Conv.) kommt eine Stelle vor, die das Filtriren durch Wolle in eigenen Gefässen erwähnt: *ὥσπερ τὸ ἐν ταῖς κύλιξιν ὕδωρ τὸ διὰ τοῦ ἐρίου ῥέον ἐκ τῆς πληρεστέρας εἰς τὴν κενωτέραν.* Avicenna schrieb als ein freilich langsam wirkendes Klärungsmittel vor, das W. von einem Gefässe in ein anderes durch eine Wieke aus Wolle hinüberzuleiten u. dies mehrmal zu wiederholen.

Haare, Wollenstoffe, Filz u. dgl. sind nicht selten benutzt worden, um die suspendirten Stoffe des Trinkwassers zurückzuhalten. Ein von Bernard angewandtes, vom Pariser Gesundheitsrath nachdrücklich empfohlenes Mittel ist die Scheerwolle, die, wenn das W. unter einem gewissen Drucke fliesst, alle Unreinigkeit zurückhalten soll. (Bull. de la Soc. ind. de Mulhouse; 1857.) May erfand einen Schnell-Filtrirapparat, wo das W. durch comprimirte reine Baumwolle, dann durch reine Rosshaare geht. (Dingler Polyt. Journ. 83. Bd., 191.) Das von How angegebene kleine Filter hat nur eine Dicke von ein paar Zoll; das W. fliesst hier durch Flanell. In andern ähnlichen kleinen Apparaten geht es durch Schwämme, Braunkohle u. dgl..

Bei manchen Völkern finden wir den Gebrauch der Filtrirsteine. Zu Bucharest bedient man sich zum Filtriren eines porösen Steines, der aus Rustschuk kommen u. dort sich so allgemein vorfinden soll, dass er zum Bauen benutzt wird. (*Wutzer.)

Ueber die mexikanischen Filtrirsteine, worüber ein Jesuit, de Martel, eine Dissertation schrieb, traf ich in *Valentini Hist. simplicium reform. 1711 eine Nachricht. Diese Steine finden sich tief unter dem Wasser an den Felsen im mexikanischen Meerbusen wie Schwämme angewachsen u. wurden von den Japanesen fast mit Gold aufgewogen. Man höhlt sie aus, um sie zum Filtriren des Trinkwassers zu gebrauchen. (Wegen der Sorgfalt, welche dieses Volk aufs Trinkwasser verwendet, meint der Vf., wären Harnstein u. Nierenleiden bei ihnen unbekannt.) Die Vornehmern bewahren solche Steine als einen Schatz sorgfältig verschlossen. Einzelne dieser Steine kamen nach Europa. Die grössten fassen 5—6 Quart Wasser.

Alle Brunnen der Stadt Sant-Jago in der Republik Chili liefern sehr trübes W.; v. Bibra (Reise in Südamerika 1854, I) erzählt, dass man dort in allen Häusern Filtrirapparate besitze, bei welchen mittels eines Sandsteines klares W. erhalten wird.

In Paris trifft man jetzt häufig die Fontaine filtrante, ein Kasten aus Steinplatten oder ein Gefäss aus gebranntem Thon, worin die Stelle des Filters eine Platte von grès filtrant versieht. Dieser poröse bei Paris vorkommende, aus groben Quarzkörnern mit einem kalkigen Bindemittel bestehende Stein wird in den Filters von Forster in Liverpool, wobei das W. aber nach aufwärts durchfiltrirt, durch einen Sandstein vertreten.

Derartige poröse Steine werden aber auch künstlich hergestellt, z. B. von Ranson u. Parsons, indem Steine, Sand u. s. w. mit concentrirter Wasserglaslösung gebrannt werden. *) Solche kleinere, gewöhnlich kugelförmige Filtrirsteine sind sehr wohlfeil. Man verfertigt aber auch grössere, die bis zu 300 Gallonen W. täglich liefern. Neulich erfand man auch ein Taschenfilter, womit man reines W. aus einer trüben Qu. trinken kann. Es besteht

---

*) Dahin gehören auch wohl die Filter aus einem Torbanchill-Mineral der Silicated-Carbon-Filter-Company.

aus einem porösen, künstlich erzeugten Steine, mit einem Kautschukrohre. (Stamm Neueste Erfind. 1857.)

Für Etablissements, die viel W. bedürfen, empfiehlt sich der Filtre plongeur von Fonvielle. Er besteht aus 2 durch ein Rohr verbundenen Holzkasten, wovon der obere das ungereinigte, der untere das gereinigte W. aufnimmt. An die beiden Mündungen des Rohrs sind Ansätze aus verzinktem Eisenblech angebracht, welche die Filter enthalten. Die Filter bestehen aus Flockwolle, Kies, Kohle. In der Stunde werden angeblich etwa 450 Liter W. geliefert, das ganz rein ist, wenn es auch vorher mit Unrath aus den Strassengossen versetzt war. In der Regel sollen die Filter alle 10 Tage entleert u. ausgewaschen werden müssen.

Um Städte mit filtrirtem W. zu versehen, bedarf es viel grossartigerer Einrichtungen. Man benützt dazu entweder das natürliche Erdreich u. lässt das W. in Gräben oder Brunnen, die in der Nähe eines Flusses angelegt sind, durchfiltriren, wobei sich aber die filtrirenden Schichten nach u. nach verstopfen oder man legt künstliche Sandschichten an, wobei aber derselbe schlimme Umstand sich bald fühlbar macht. Nur dadurch, dass man das W. unter einem ungewöhnlichen Drucke durchtreibt u. das Filtrum von Zeit zu Zeit durch das Hineinlassen eines Wasserstroms gleichzeitig von oben u. unten gewaltsam abspült, ist der Uebelstand, dass dieses bald unbrauchbar wird, möglichst aufgehoben. An dem Problem der Filtration haben viele Trinkwasser-Gesellschaften Schiffbruch gelitten. So war es nicht möglich, Bordeaux mit Trinkwasser aus der Garonne zu versorgen. Alle Vorschläge u. Versuche, brillante Theorien von auf- u. absteigender Filtration, u. gigantische Projekte zeigten sich unvermögend, täglich 24000 K.M. W. zu reinigen, worin zu gewissen Zeiten 2—300000 Kilogramm eines zähen Schmutzes schwimmen, der jedes Filtrum verstopft. *) In London versorgen 9 Gesellschaften 300000 Häuser täglich mit 5 Millionen Centner filtrirten Wassers. Zum Heben dieser Quantität W. sind 3500 Pferdekräfte Dampf nöthig. Das W. wird meist aus der Themse an Stellen genommen, wo der Einfluss der Fluth noch sehr bedeutend ist, wo aber auch schon die Abzugskanäle der Wohnstätten von 4½ Million Menschen, die oberhalb von London wohnen, eingemündet sind. Die Filtrirbeete sind bis 33000, ja 38000 Quadratfuss gross u. bestehen aus Kies u. Sand.**)

In Venedig legt man Cisternen aus einer festen Thonerde an, füllt sie mit Sand u. bringt dann Regen- oder Flusswasser hinein, das nach unten zu rein abtröpfelt. (Frank Med. Pol. VIII, 82.)

---

*) Auch geht ein solcher abgeschiedener Schmutz leicht in Fäulniss über.

**) Vgl. *Grimaud de Caux (Direktor der Wiener Wasserfiltrir-Anstalt) Essai sur les eaux publ. et sur leur appl. aux besoins de grandes villes. Par. 1841, auch dessen Cons. hyg. sur les eaux en gén. et sur les eaux de Vienne en part. Par. 1839, 2. éd., Durchschnitte von Filtrirapparaten s. in Bolley Chem. Technol. des W. 1862. Arago's Werke VI, 1857. 380—394.

Neulich wurde ein Filtrirschiff projektirt oder erbaut, das täglich wohl 30000 K.M. filtrirtes W. liefern soll, wenn es auf einem Flusse fährt. Das W. tritt durch eine grosse Zahl von Röhren, die mit einer filtrirenden Masse versehen sind, ein.

Für Filtration des sumpfigen eiweisshaltigen W. im Kleinen räth Fauré Filtrir-Fässer aufzustellen, in denen das W. durch Holzkohle u. thierische Kohle gereinigt wird. (An allen Orten, wo man das W. im Sommer filtrirte, hörten die perniciösen Fieber auf u. einzelne Familien blieben durch dieselbe Vorsichtsmaassregel frei von jährlich wiederkehrenden Epidemien.) *)

Die in neuerer Zeit aufkommenden Berliner Reservoir-Filtrir-Bälle machen complicirtere Apparate in vielen Fällen entbehrlich. Die Leistungen dieser Filter-Bälle sind wahrhaft überraschend.

Die Fabrik plastischer Kohle zu Berlin (Engel-Ufer 15) stellt mehrere Sorten von Kohlenfiltern her. Die einfachsten sind die Reservoir-Filter, nämlich aus hohler Backkohle geformte Körper. Die Form dieser Körper ist verschieden; Ball, Halbkugel, Scheibe, Cylinder. Ein Ball von 4″ soll per Minute ca. 1/4 Quart, ein Ball oder eine Halbkugel von 8″ ca. 1 Quart Wasser, eine Doppelscheibe von 8″ das Doppelte u. ein Cylinder von 16″ das Vierfache filtriren. Es steht das Filtrirvermögen natürlicher Weise im umgekehrten Verhältnisse zur Masse der abzufiltrirenden Theilchen.



Die im W. liegende Filtrirkohle, worin ein Metallrohr eingefügt ist, gibt nun entweder das reine W. durch einen Gummischlauch, der als Heber dient **) oder das W. geht durch seinen eigenen Druck hindurch oder wird mit Pumpkraft hindurchgedrückt. Die Gefässe, in denen das W. durch seine eigene Schwere ohne Heberanwendung durch die Kohle geht, sind von mannigfaltiger Form, mit u. ohne Unter- oder Seiten-Reservoir; sie sind entweder aus emaillirtem Gusseisen oder aus glasirter Steinmasse oder (der Abkühlung wegen) aus porösem Thon verfertigt. Die, besonders für grössere Apparate bestimmten Scheiben werden durch Aneinanderschrauben der Metallröhren säulenförmig zusammengefügt, so dass sie in Ein Ausflussrohr münden. Wenn das Kohlenfilter verschlammt ist, wird es durch gewaltsames Einblasen von Luft, Abbürsten, Abfeilen, Trockenen wieder hergestellt. Eine gründliche Reinigung möchte sich auch wohl durch Einwirkung von Säuren bewirken lassen.





Die Kohlenfilter werden von mehreren Seiten als zweckentsprechend empfohlen. Ein Reisebericht der preussischen Gesandtschaft in Ostasien aus Tientsie, wo nur ein schmutziges Fluss-W. zum Trinken benutzt wird, spricht sich darüber sehr anerkennend aus. Apotheker Ernst empfahl die Kohlenfilter bei der Darstellung künstlichen Selterser Wassers. Dass sie als Klärungsmittel vielfältig von grossem Nutzen sein werden, ist nicht zu bezweifeln, ebensowenig aber, dass sie als Desinfektionsmittel für organische Fäulnissstoffe (in Marschgegenden, auf Seereisen u. dgl.) ihren Zweck besser als andere Filtra erfüllen. Die Desinfektionskraft der Kohle ist aber doch eine beschränkte. Es werden daher solche (Reservoir-Double-)Filter dargestellt, deren Inneres mit loser Kohle gefüllt ist, die erneuert wird, wenn sie ihre Kraft verloren hat.

---

*) Auch in den Marschen u. Inseln der Herzogthümer Schleswig u. Holstein sind Filtrirapparate fast in jeder Haushaltung heimisch geworden u. dadurch hat sich der Gesundheitszustand sehr verbessert u. hat der Verbrauch an Brandtwein abgenommen.

**) Der Preis für eine Halbkugel von 8″ mit Schlauch u. Zinnhahn ist noch nicht 4 Thlr., für einen Cylinder von 16″ 14 Thlr..

Ich stellte mit einer neuen achtzölligen Halbkugel mit Heber ein paar Versuche an u. nahm dazu zuerst ein sehr unreines W. aus einer Keller-Senkgrube mit viel suspendirtem Schmutz. Dies W. kam klar hervor, freilich nicht ganz ohne schlechten Geschmack. Dabei verstopfte sich aber doch das Filter sehr schnell u. fast von Anfang an bedurfte es $2^1/_3$, bald aber 4—6 u. noch mehr Minuten um 1 Liter zu filtriren. Auch, als das W. des Eimers, worin die Kohle lag, erneuert wurde u. nur getrübtes Regenwasser filtrirt werden sollte, ging das Filtriren sehr langsam von Statten; doch wurde der Eimer leer. An diesem langsamen Filtriren war jetzt aber weniger eine Verstopfung des Filters als die lange Dauer des Versuches schuld gewesen.

Ein zweiter Versuch mit einem weniger trüben W. verlief viel günstiger. Es wurde das W. eines Brunnens genommen, der durch Stagnation übelriechend geworden war u. deshalb ausgepumpt wurde. Anfangs lief in 35 Sekunden $^1/_2$ Liter W. klar durch; als aber zwei Eimer durchfiltrirt waren, lief das W. zwar viel langsamer, nämlich erst in 285 Sekunden $^1/_2$ Liter, das filtrirte W. war aber ganz klar, während das unfiltrirte schwach milchig trübe war (opalisirte); u. nach dem Urtheile einer des Geschehenen Unkundigen war jenes wohlschmeckend, dieses übelschmeckend, was auch unbestreitbar war. Beim vorigen Versuche war also dem Filtrum zu viel zugetraut worden, was ihm doch nicht geschadet hatte; denn es zeigte sich wieder recht wirksam, nachdem es ausgeblasen u. auf dem Stubenofen ausgetrocknet war. Ein Uebelstand ist es immerhin, dass die Kohle durch das W. aufquillt u. es dann weniger gut durchlässt als anfangs. Auch ist das Anziehen des Hebers, sowie das Ausblasen u. Trocknen der Kohle etwas umständlich. Durch eine angeschraubte Spritze liesse sich das Anziehen u. Ausblasen erleichtern.

Ein hiesiger M.W.-Fabrikant ist mit den Leistungen der Berliner Filter, auch in Bezug auf die Menge des durchfiltrirenden Wassers, sehr zufrieden.

Die Kohle bildet den Uebergang zu den mehr chemischen Klärungs- u. Verbesserungs-Mitteln des schlechten Wassers.

Zur Verbesserung des Trinkwassers benutzt man in Egypten die bittern Mandeln (Dupetit-Thouars). Man klärt namentlich dadurch das Nil-W., dass man das Innere der Gefässe mit bittern Mandeln reibt (Niebuhr).

In Indien macht man von den bittern Kernen der essbaren Früchte von Strychnos potatorum einen ähnlichen Gebrauch. Man reibt damit die Ränder des Gefässes, worin man das schlechte Wasser hineinbringt; nach u. nach setzt sich alles Fremdartige zu Boden, das W. wird klar u. etwas bitter. Diese Art das W. zu verbessern ist besonders da schätzbar, wo Brackwässer häufig Fieber u. Ruhr veranlassen. Man hat die Sache dadurch zu erklären versucht, dass man angab, die Infusorien des W. würden durch diese Samen getödtet; doch reicht diese Erklärung wohl nicht aus.

In der Berberei reibt man die Wände der Trinkgefässe mit den Blättern von Nerium oleander.

Der Thon ist eines der wirksamsten Mittel, dem W. suspendirte Substanzen zu entziehen.*) Diese Wirkung des Thons ist von jeher bekannt gewesen. Nach Diocles klärte man das W., indem man es mit Eiweiss u. trockenem Thone kochte **) u. Avicenna spricht vom Kochen schlechten W.

---

*) Man kann durch Thon die Fettkügelchen der Milch absondern.

**) „Diocles medicus, qui diu haec experimenta fecit in exercitibus Darii, decoquere eas ad tertias docuit, iniectis ovorum albuminibus, argillaeque semisextario in singulis amphoris commisto, ac mox transfundere." (Bacc. V.)

Ein seltsames Mittel gibt Ali Abbas an, um das W. eines fremden Landes unschädlich zu machen, man solle nämlich etwas vaterländische Erde mit sich führen u. diese in das fremde W. schütten, dann könne man es ohne Gefahr trinken. (Theor. l. V, c. 34, f. 38 b.—c. 29, f. 37 a.) Wenn die Erde thonig ist, könnte dies Mittel wirklich nicht übel auf gewisse W. wirken, wenn man ihnen Zeit lässt, sich zu klären.

mit Thon. (Schwefelwässern fügte er Essig u. armenischen oder gesiegelten Thon zu.) Um einem Heere reines W. zu bieten, soll man nach Rufus das von der Höhe geleitete W. durch mehrere untereinander gelegene Gruben führen, worin Töpferthon ist. (*Oribasius.)

Was die unlösliche kiesels. Thonerde thut, bewirkt noch mehr die lösliche schwefels. Kali-Thonerde, der Alaun, den auch schon Avicenna als Klärungsmittel des trüben W. kennt. In Indien ist die Klärung des W. mit Alaun gebräuchlich. Die Chinesen bringen, um Flusswasser zu reinigen, etwas Alaun in ein mit mehreren Löchern versehenes (?) Bambusrohr u. schütteln es 3—4 Minuten lang. Wie der Alaun wirkt, ist nicht ganz klar. Es hängt diese Wirkung aber gewiss mit der Neigung der Thonerde zusammen, sich mit vielen organischen Substanzen zu verbinden. Die im W. suspendirten Stoffe vereinigen sich zu Flocken, ehe sie sich abscheiden. Es ist also eine Art Gerinnung.

Man soll zur Reinigung von 100 Pfund W. nur 20 Gran Alaun bedürfen; nach Felix d'Arcet reicht $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Gramm für 1 Liter aus. Die nöthige Menge wird von der Quantität des suspendirten u. gelösten organischen Stoffes abhängen. Der Alaun muss aber doch auch wohl auf die suspendirten unorganischen Theilchen wirken, die meistens doch Thontheilchen sein werden. Da der Alaun keine angenehme Zugabe zum W. ist, hat man gerathen, ihn wieder mit Soda zu zersetzen. Diese Zersetzung, die mit einer Fällung von Thonerde verbunden ist, dürfte für die nachfolgende Klärung günstig sein.

Das Eisen hat auf die Reinigung des W. im Allgemeinen einen guten Einfluss. Cf. Medlook in Phil. Transact. 1858 u. Bahr in K. Vet. Ak. Handl. 1858. Die Anlage grosser eiserner Behälter für das süsse W. im untern Schiffsraume ist jetzt beinahe ohne Ausnahme bei Seeschiffen gebräuchlich. Das W. untergeht dabei einem Reinigungsprozesse, worauf es klar bleibt. Wenn man Eisen in Brunnen-W. legt, soll sich zuerst eine weisse Wolke, dann eine allgemeine Trübung u. Schwärzung, nach 1—2 Tagen ein braunes Sediment bilden, das meist aus Eisen, auch aus Kiesels., Phosphors., Kalk, Magnesia u. organischer Materie bestehe, worauf das W. wohlschmeckend werde. Das metallische Eisen soll etwa 31 % aller organischen Materie fällen; aber es sollen noch zweierlei organische Stoffe bleiben, wovon ein humusartiger Theil mit alkalischen Erdarten (?) niederfalle.

Das Amsterdamer Trinkwasser, welches durch eiserne Röhren geleitet wird, erhält dadurch aber einen fischartigen Geruch u. die Eigenschaft, mit der Zeit einen rothbraunen Absatz fallen zu lassen; dieser besteht nicht aus Eisen, sondern aus mikroskopischen Pflänzchen. Lässt man Eisen mit dem W. längere Zeit in Berührung, so erhält es die genannten Eigenschaften, es verschwindet fast ganz die organische Substanz (0,3), u. die Kieselsäure (0,023) u. Eisen, Thonerde u. Phosphate (0,134) gehen bis auf spurweises Vorhandensein zurück. Salpetrige Säure fand sich in dem mit Eisen in Berührung gewesenen W., nicht in dem ursprünglichen. Auch als Themse-W. mit Eisen zusammengebracht wurde, zeigten sich jene Erscheinungen. Der Bodensatz bestand vorzugsweise aus Eisenoxydul (65,36), u. organischer Substanz (22,92) mit kohlens. Kalk (11,11). Auch die Schwefelalkalien, wenn sie vorhanden sind, werden vom Eisen zerstört. (Medlook in Fror. Not. 1858. IV.)

Auch Manganoxyd soll nach Perinet das W. reinigen oder vor dem Verderben bewahren.

Sehr günstig wurde das von Clark empfohlene Verfahren, hartem W. einen Theil seines Kalkes u. des organischen Stoffes zu entziehen, von

den Chemikern beurtheilt. Es besteht darin, Kalkwasser oder eine dünne Kalkmilch dem W. zuzusetzen, wodurch ihm die halbgebundene CO^2 entzogen wird, so dass ein Theil des gelöst gewesenen Kalkes als Kalkcarbonat gefällt wird. In der Druckerei zu Mayfield (Lancashire) wurden viele Monate lang täglich 300000 Gallonen W. weich gemacht u. in den W.-Werken zu Chelson hat man in fünf Versuchen mit je 3—4 Millionen Gallonen Themse-W. gefunden, dass man die Salze von 3,4 Zehntausendteln so um $^2/_3$ u. den organischen Stoff um die Hälfte vermindern konnte. Wenn anfänglich ein Ueberschuss von Kalkmasse zugefügt wird, den man später wieder mit einem Theile des zu reinigenden W. ausgleicht, so setzt sich das W. schon in 8 Stunden ab. Doch wird die gelbliche Farbe u. der damit verbundene eigene Pflanzengeschmack, welcher das Themse-W. zur Fluthzeit zuweilen annimmt, nicht gehoben.

Fauré (Anal. des eaux du dép. de la Gironde; 1853, 172) unterscheidet die durch Kochen fällbare organische eiweissartige Materie der Brunnenwässer von der extractiven, die der Gesundheit viel weniger gefährlich ist als jene.

Der Tuff jener Gegend ist eine Art Sand, worin die Kieselerde-Theilchen durch ein vegetabilisches Sediment, welches unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen erhärtet, verkittet sind. Diese Verkittung geschieht durch eine Infiltration der extractiven Materie in die Sandschichten, worauf jene fest wird u. eine undurchdringliche Schicht bildet, welche man Alios nennt. Das auf diesem Alios-Terrain verweilende Regenwasser nimmt daraus die löslichen Stoffe auf u. erhält dadurch eine Färbung u. einen eigenthümlichen Geruch. Die aufgenommene Materie ist nicht immer dieselbe. Die in einer Tiefe von 3—4 Meter befindlichen Stoffe haben ihre schädlichen Eigenschaften verloren, indem sie eine Gährung u. eine Verwandlung in eine extractive u. theilweise verharzte Materie erlitten haben. Die W., welche diese umgewandelte Materie aufnehmen, nennt Fauré aliotische. Die in einer Tiefe von 1—2 Meter aufgehaltenen W. sind dunkler gefärbt, zuweilen leicht grünlich; Geschmack u. Geruch ist etwas sumpfartig; sie trüben sich durch Kochen, wodurch sich ein geringes flockiges Sediment absondert; es sind die eiweisshaltigen aliotischen W., die viel Analogie mit dem Sumpf-W. haben, u. wie dieses den grössten Theil ihrer riechenden Stoffe u. einen Theil ihres üblen Geschmackes durch Kochen verlieren. Auf Flaschen vorsichtig bewahrt, können sie sich dann einen Monat u. länger unverändert erhalten, während sie ungekocht schon nach 4 oder 5 Tagen in Fäulniss übergegangen sind. Auch durch Kohle oder Eichenholzspäne verliert das eiweisshaltige W. mit dem Eiweiss auch den Sumpf-Geruch u. -Geschmack u. wird dadurch viel brauchbarer u. Fauré dringt daher sehr darauf, derartige W. vor dem Trinken durch Filtriren zu reinigen.

Um schädliche Gase *) aus dem W. zu entfernen, gibt es kein passenderes Mittel als Kochen (was auch im Alterthume schon zu diesem Zwecke empfohlen wurde), wenn es nicht schon ausreicht, das W. längere Zeit der Luft auszusetzen. »Odorem ab aqua extrahas, si calefactam manu ad

*) Sumpfiges W. enthält vorzugsweise Kohlenwasserstoff, gewiss auch oft *HS*. — Sumpfgase aus einem Teiche a) im Winter, b) im Sommer; das nicht Angeführte ist Kohlenwasserstoff.

	a	b
CO^2	3,1	
N	49,39	18,03
O	,17	5,36 % (Bischof's Geol. I, 1863).

ventum perfundas, et in vase immenso insoles, atque in multa vasa paulatim diffundas.« (Aus Diocles Oribas. Diaet. II, c. 4.)

Von Brunnen, wo sich bekanntlich leicht nicht athembare Luft (Stickstoff, Kohlenwasserstoff) ansammelt, sollte das W. nicht sogleich getrunken werden, sondern vorerst eine Zeit lang der freien Luft ausgesetzt werden, etwa in Trögen am Brunnen nach Unzer's Rath. Um das W. auf Schiffen trinkbar zu erhalten, fand Aaskow nichts besser als die Fässer offen zu lassen u. das W. oft zu bewegen (Tode med. Bibl. II). Die Bewegung macht sich wohl von selbst.

Die Anschwängerung des W. mit Luft durch fontainenartiges Herauftreiben oder Fallen war Plinius nicht unbekannt: »Ut tactu gelida sit, etiam arte contingit, si etiam expressa in altum, aut e sublimi deiecta, verberatu corripiat aëra.« (H. N. XXXI, c. 3.) Bei den Wasser-Leitungen Constantinopels findet sich diese Idee praktisch ausgeführt. Man hat hier sogenannte Wasserwagen, obeliskenartige Pfeiler angelegt, von deren Höhe das W. in 2 Absätzen hinabstürzt, um es mit der umgebenden freien Luft in Berührung zu bringen, u. ihm dunstartige schädliche Stoffe zu entziehen. (Wutzer Reise in den Orient Europa's II, 1861.)

Es bleibt noch das Destilliren des W. zu nennen, als eines Mittels, was sich namentlich auf Dampfschiffen zur Herstellung eines salzfreien W. aus dem See-W. benutzen lässt. Vgl. Bolley Chem. Technol. des W. 1862. *)

Gewisse Salze lassen sich vielleicht durch Zusatz von Mehl für den Gaumen erträglicher machen; nach unsern jetzigen Kenntnissen ist es nicht wahrscheinlich, dass eine besondere chemische Aenderung des W. dadurch eintrete. **)

Ueber das Abkühlen s. den physikalischen Theil.

Eine Zusammenstellung aller Trinkwässer-Analysen eines Landes, wie die im Annuaire des Eaux de la France I; 1854 befindliche, würde ein nützliches, wenn auch kein dankbares Unternehmen sein. Um meinerseits etwas zu einer solchen Arbeit beizutragen, will ich einige Notizen über die chemische Beschaffenheit der Trink-W. verschiedener Länder, Städte, Dörfer in alphabetischer Reihenfolge hier vereinigen.

Amsterdam. *G. J. Mulder Verh. over de wateren en Lucht der Stad A.; 1827. (Analysen mehrerer Trinkwässer.) Baumhauer in Journ. f. prakt. Chem. Bd. 81, 475—488. Pleischl in Hebra's Zeitschr. 1853.

Athen. Vitruv VIII, c. 13.

---

*) Wenn Rhases anrieth, das schlechte W. in einem Kruge zu erwärmen u. an der Mündung das Destillat in gezupfter Wolle aufzusammeln, so war damit nur eine Destillation im Kleinen gemeint.

**) „Nitrosae aut amarae aquae polenta addita mitigantur, ut intra duas horas bibi possint. Qua de causa et in saccos vinarios additur polenta. Similis vis Rhodiae cretae et argillae nostratis." (Plin. XXIV, 1.) „Nitrosas atque salmacidas in desertis rubrum mare petentes addita polenta, utiles intra duas horas faciunt, ipsaque vescuntur polenta." (XXXI, 3.)

Etwas Aehnliches bewirkt vielleicht der Gebrauch der Gourou-Nuss, Sterculia acuminata. Die herbsaure, in einem grossen Theile Afrikas hoch gehaltene Frucht wird vor dem Trinken gegessen oder gekaut, worauf das W., wenn es auch brackig war, gut u. selbst süss schmeckt, was Palisot in einem Versuche bestätigt fand.

Augsburg. 2,6—3,9 Z.T. fester Gehalt. Wetzler in Kastner's Arch. X, 324.

Baden in Baden. Das Wasser des Brunnens vor dem Salmen u. zur Sonne enthält nach *Kölreuter nur 0,65 Z.T. Rückstand. das W. in der Lichtenthaler Allee kaum 0,325 Z.T. u. bleibt auch bei Regenwetter reiner als die andern. Vgl. S. 29.

Basel. Um die Mitte des 15. Jahrhunderts beschreibt Aeneas Sylvius, der nachherige Pabst Pius II, Basel als „ausgezeichnet durch lautere Brunnen mit reinem u. süssem W. in allen Gassen, so dass selbst Viterbo in Toskana nicht so viel Röhrenbrunnen hat." Auch *Thurneisser ist voll des Lobes der Brunnen seiner Vaterstadt u. meint keine Stadt der Welt sei wohl so wasserreich. Ausser dem Gerberbrunnen, der „eines ziemlichen Arms dick" hervorkommt. zählt er noch „10 gewaltige u. allezeit ewig fliessende ursprüng". Cf. Dollfus u. Merian Die Wasserversorgung der Stadt Basel; 1862.

Bath. Wil. Falconer Essay on the water commonly used in diet at Bath; 17..

Baunach (?). Alt De nonnullis circa aquas in tractu Baunacensi; 1767.

Berlin. F. G. 4—15 Z.T. (darin auch Bittersalz, Salpeter, wenig Gyps): Rose. Formey Topogr. v. Berlin; 1796, 22—39. Vgl. Marggraf Ch. Schr. I, 291. Nach neuern Untersuchungen war in 32 Brunnen das Chlor zu 0,38—2,66 Z.T., der Kalk zu 1,02—4,3 vertreten, in 20 Brunnen die Schwefels. von einer Spur bis zu 1,75, das Eisen von 0 bis zu einer bedeutenden Menge. Vgl. S. 287.

Bern. Die Trinkbrunnen von Bern, das auf Sandstein erbaut ist, hielten 2,66—8,4, durchschnittlich 5,01 Z.T. (Mitth. d. natf. Ges. in Bern; 1844). Vgl. S. 45 u. 287.

Bologna. „Hic Bononiae, ubi degimus, plurima pars aquarum aliquid salis ammoniaci continet. Quae ex propinquis montibus in Civitatem per artificiales ductus corrivantur, tartaro marmoreo et gypseo abundant. Duobus milliaribus a Civitate, in loco Sti. Raphaëlis dicto. sunt aquae amarae et gypseae; ibi rara est aqua pura et simplex. In nostro praedio, ad ripam fluvii Sapinae, in medio montium gypseorum, mirabile est, quomodo tres scaturigines optimae aquae reperiantur, et in toto illius ambitu damnatae, sicut crudae, et graves." Poterii de febr. II, c. 27; 1698.

Bonn. Nach Ernsst enthielt ein W. dort 5,62 Z.T. = *Chlornatr. 0,87, schwefels. Natr. 1,1, kohlens. Natr. 1, kohlens. Magn. 0,41, kohlens. Kalk 2,24, Kiesels., Eisen.

Boppard. Das W. der Anstalt enthielt nach Vlaanderen 1857 Chlornatr. 1,07, schwefels. Natr. 0,532, kohlens. Natr. 1,023, kiesels. Natr. 0,14, kohl. Magn. 0,23, kohlens. Kalk 1,305. Chem. Centralbl. 1858, 700.

Bremen. Nitrate. Phosphors. etc. sind vorhanden. Je niedriger der Wasserstand, um so beträchtlicher der Salz-Rückstand. Die aus Moorgegenden entspringenden W. enthalten gerbstoffähnliche Theile, Phosphors., selbst Essigsäure. (Osann Heilqu. I, 1839.)

Brückenau. Das Trinkwasser enthält incl. des 2. Atoms CO^2 0,825 Z.T. f. G., auch Ameisensäure.

Challon sur Saône. Hauteesierck Rec. d'obs. I.

Clergy. Vgl. S. 364.

Clermont. Baby u. Pradier in Soc. méd. de Clermont.

Dijon. Die von Darcy angelegte Leitung ist 14205 Meter lang. Sie führt der Stadt jede Minute 35—125 Hectoliter des besten Quellwassers zu, das nur 2,61 in 10000 festen Gehalt hat (meist kohlens. Kalk, 2,3, mit Spuren von Magnesia, Kali; auf 10000 W. 1/15 Milligr. Jod). Analyse von St. Claire Deville s. in *H. Darcy Les fontaines publiques de la ville de Dijon; Paris 1856. 647 Quartseiten; dazu noch ein Atlas. Handelt vorzüglich über die hydrostatischen, mechanischen u. technischen Verhältnisse der grossartigen Wasserleitung von Dijon. Sehr lehrreiches Werk!

Dublin. Einige W. der bergigten Gegenden geben nach Rutty nur ca. 1,3 Z.T. Rückstand. Vgl. S. 29.

Dresden. Petzholdt fand in den Brunnen 2,7—14,45 Z.T. f. G..

Durlach. Die Hauptqu. enthielt (1820) 3,25 Z.T. f. G..

Eisenach. Lange fand 12,6 f. G., worin *MgO* 0,6, *CaO* 3,39, SO^3 4,83 etc. Das Bach-W. lieferte 8,1 f. G., auch meist schwefels. Kalk.

England. *Claromonti De aëre, locis et aquis terrae Angliae; 1672. Lobt das W. von Oxon, auch von Barnes bei London.

Erbach. *Kleinii De aëre, aq. et locis agri Erbacensis atque Breuberg. largi Odenwald. tractus; 1754. Weiche W. mit etwas Eisen, etwa 2,6 f. G. in 10000.

Ferrara. Gypswasser. Nigrisoli in Bullet. della soc. med. d. Bol. I, a. 1842.

„Florentiae solum sabulosum fere ubique visitur ac lapideum; unde puteales aquae ibi communiter utiles." (Baccius.)

Franken. An vielen Orten harte W., namentlich zu Iphofen, Einersheim, Windsheim viel Kalk, meist Gyps.

Frankfurt a. M. Das W. ist sehr hart. In 100 Unzen 14—100 gr. Rückstand, also bis 20 in 10000 (*Burggravii De aëre, aquis et locis; 1751. Der Grindbrunnen liess von 100 Unzen 116 gr. Rückstand.) Eine ausgezeichnete Monographie der Frankfurter Trink-W. lieferte Kerner im Jahresber. üb. die Verwaltung des Medicinalwesens der fr. St. Frankfurt, III, 1861, p. 1—114. Der durchschnittliche f. G. von 139 Brunnenwässern ist 14,3 Z.T.. Das W. der Leitungen hat 3,9—6,6 Z.T. Gehalt.

Ganties. Vgl. S. 47 u. 49

Göttingen. Das W. ist hart, jedoch Harnstein sehr selten (Murray). Deichmann De salubri aëre et aqua Gött.; 1726. Vgl. S. 45 u. 49.

Goslar. Spiess De aëre, aq. et locis Gosl.; 1724.

Greifswald. Die Brunnen geben nach Hünefeld beim Verdampfen Kochsalz, Chlormagnium, Chlorcalcium etc. u. salpeters. Ammoniak. Beim Destilliren geht kohlens. Ammoniak fort. (Journ. f. prakt. Chem. VIII, 425.) Vgl. S. 287.

Halle. Schweigger's N. J. VI, 1822! Mehr M.W. als Trinkwässer. Das mit dem gesammten Unrath der Stadt u. den Abgängen des Anatomie-Gebäudes beladene W. der Saale wird zur Speisebereitung ausschliesslich verwendet. Oft wird auch Saale-W. getrunken.

Hamm. Nach von der Marck (1858) enthält eine inkrustirende Qu. zwischen Hoevel u. Herbern, nördlich von Hamm f. G. 3,05, fast zur Hälfte Erdcarbonate.

Hanau. F. G. 1,73—6,93. Kopp Topogr. 1807, 76—83.

Hartford. Alluvium von Thon auf rothem Sandstein. Fünf Brunnen zwischen 3—11,7 Z.T. f. G. (Pharm. Ctrlbl. 1848.)

Harzgebirge. Cf. Zückert Naturgesch. des Harzes.

Heidelberg. Vgl. S. 28.

Jena. Die zwischen 11,5—13° schwankenden Brunnen enthielten 17,1—17,7 f. G., nämlich 13—14,4 schwefels. Kalk, 1,25—1,58 schwefels. Magn., ferner CO^2 (wenig freie), NO^5, Chlornatrium. (*Dissertation.) — Qu. im Mühlthale: F. G. 2,59, meist kohlens. Kalk, wenig Gyps. Pumpbrunnen auf dem Markte: F. G. 3,82, meist kohlens. Kalk. (Wackenroder 1836.) Im Garten der Neumühle. Vgl. Ludwig Natürl. W.; 1862. Wöllnitz bei Jena: F. G. 1,9. Schwarzberg-W. bei Wöllnitz: F. G. 3. Zwischen Jena u. Kunitz: F. G. 2,8. Vierzehnheiligen Brunnen: F. G. 1,83. 3 Brunnen bei Apolda: F. G. 1,8, 2,4, 8,2. Vgl. S. 44, Anm..

Kabylien. Trink-W. von 1—8,2 Z.T. Gehalt.

Karlsruhe. W. hart, schwefels. Kalk haltend.

Kiel. Pumpbrunnen 11,7 Z.T. f. G.: Pfaff (M.Qu. b. Bramstedt 1810).

Koblenz. *Mohr fand in einem Brunnen 5,05 f. G., namentlich kohlens. Kalk, aber auch kohlens. Natr. 1,26, ferner kohlens. Eisen 0,06 etc..

Königsberg. Cf. Dulk in Berl. Jahrb. f. Pharm. J. XXIII.

Konstantinopel. La Cava (Gaz. méd. de l'Orient 1857).

Kopenhagen. Jonstrug untersuchte (1849?) 85 Brunnen (Arch. for Pharm. I, Liebig-Kopp's Jahresb. 1847). Minima u. Maxima: Chlornatr. u. Chlorkalium 0,5—7, schwefels. Kali 0—0,75, kohlens. Kalk 2,68—5,13, 3 *CaO*, PO^5 0,07—0,39 etc..

Kosten. Brunnen mit 0,94, 1,84, 3,04 Z.T. Chlor (Pappenheim).

Landshut. Die gewöhnlichen Trinkwässer enthalten Natron, Kali, etwas Eisen, alles nur in geringer Menge. Von 2 Brunnen, die 0,4—0,5 phosphors. Kalk zeigten, war einer nahe an Ställen gelegen. Zu Schönbrunn eine Qu., die von Bleiessig u. Kalkwasser kaum getrübt wird. *Girl de aquis Landishutanis; 1817.

Leipzig. Adolphi De aëre, aq. et l. 1717. (Enthält viel Fremdartiges.) Köllner et Dähne De aquis Lips. Lips. Diss. 1783. 4.

Lombardei. Brauwers Hydrometr. Anal. der W. der Lomb.; 1860 od. 61; 13 p.. In Bezug auf Kropf s. Demortier Compt. r. de l'Acad. I.

London. Lucas Essay on waters, Vol. I: Of simple water, p. 125. Nach Heberden enthält das Londoner Trink-W. auch Nitrate. —

Nicht der Themse entnommene W. enthielten 2,64—5,06 f. G., CO^2 0,72 —1,03. Das W. hatte 9,8—16 Clark'sche Härtegrade. Themse-W. zeigten etwa 3 f. G., etwa 1 CO^2, 14—15 Clark'sche Härtegrade.

Verschiedene Qu. aus dem Hindhead-Distrikt (Grünsand) zeigten unter 0,9 f. G. (nur eine 2,3), nur eine Spur CO^2 u. meist nur 1,86—2,7 Härtegrade. Graham 1851.

Clarke u. Medlook untersuchten mehrere Brunnenwässer bei London, zu Westbourne, Russel-Square, Hanwell-Irrenhaus, alle 230—235' tief. Der f. G. war 6,8—8,2, meist Chlornatrium (1,3—2,5) u. schwefels. Kali (1,6—3!), schwefels. u. kohlens. Natron; CO^2 3,1—3,6. In der Münze zu London ein Brunnen mit 5,4 f. G. meist schwefels. Natr. u. Chlornatr., auch etwas kohlens. Natr. (1,23.) (Brande 1849.) —

Das W. der Winchester Gesellschaft wurde von Herapath analysirt (Chem. Centralbl. 1853).

Ein Londoner Trink-W. (Hampstead Waterwork) enthielt nach Mitchell: Cl 1,566, SO^3 0,975, PO^5 0,039, SiO^3 0,041, CO^2 0,694, KO 0,253, NaO 1,621, MgO 0, CaO, 0,567, Fe u. Mn Spur, Quells. 0,024, Quellsatzs. 0,012, Extrakt 0,024; F. G. 5,82. Das W. des New-River, mit welchem sich die wohlhabenden Stadtviertel Londons versorgen, zeichnet sich nach Chatin durch seinen Jodgehalt u. seine Leichtigkeit (?) aus, während das der Themse u. des Old-River demselben nachsteht, obgleich es gut u. gesund ist. (Nach Foissac.) Im J. 1859 opferte man der Themse 85620 Centner gewöhnlichen Kalkes u. 9560 Centner Chlorkalk um das W. zu reinigen.

Lyon. Boussingault analysirte 3 Brunnen mit 2,6—9,1 f. G.; 2,3—2,7 kohlens. Kalk etc.. Cf. Ludwig Nat. W.; Seeligmann Eaux pot. (mit Bezug auf Lyon) 2. mém.; 41 p.; 1860.

Manchester. Das W. ist sehr hart; man macht es durch Zumischen von Weinsteinsalz weich, was aber nicht ausreicht. Vgl. S. 287.

Mannheim, auf Sand u. Thon liegend. Drei Brunnen enthielten zwischen 6,7—16,2 f. G. in 10000, besonders kohlens. u. schwefels. Kalk, etwas Chlor, Magn., Natr., Kiesels.. Cf. 12. Jahresber. des Mannh. Ver. f. Naturk. 1846.

Marburg. Das Elisabeth-Brunnen-W., aus thonigem Boden entspringend, ist hart. Duising De salubr. aëris Marburg. §. 216.

Marienbad. Qu. von 5,2 f. G. in 10000.

Massa. Das Trink-W. geht durch Travertin, wovon auch alle Gebäude gebaut sind; es wird mit Ol. tart. weiss, kocht mit Vitriolspiritus u. setzt damit weissen Kalk ab. (Ort früher sehr gesund.) *Tozzetti Voy. en Tosc. 1792.

Mentone. Das W. ist hart wegen des Kalkgebirges. „Wendet man es mit Kleesäure an, so bewirkt es einen starken Durchfall (Sehr glaublich! L.), was sogar geschieht, wenn man es aus den in Sandsteinfelsen befindlichen Quellen schöpft. Ich musste dieser Unannehmlichkeit dadurch abhelfen, dass ich bei einigen Patienten destillirtes W. oder selbst Regenwasser verordnete. Bei anderen dagegen hat die Härte des W. eine augenscheinlich heilsame Wirkung, wie z. B. bei Fällen chemischen Durchfalls." So ein Uebersetzer einer neuern Monographie!

Montpellier. Cf. Rousset Eaux pot. de M. 77 p..

München. Das W. gibt bräunlichen Rückstand, worin Nitrate, Gyps, Eisen. (Vogel.) In andern Brunnen war kein Eisen, aber Spuren von bituminösem

Extrakt u. Kieselerde. (Kastners Arch. V, 497.) Vgl. S. 220 A., 407 (Mangan). 503 (Organisches).

Nancy. Laflize De aëre et aq. Nanceianis; 1770. Dombasle fand in einer Qu. 2 f. G. (meist kohlens. Kalk). Er untersuchte mehrere Qu.. (*Anal. des eaux; 1810.) An der Bastion St. Thibault in 10000: Chlornatr. 0,4, schwefels. Kalk 0,7 (noch ausserdem? 2,6). kohlens. Kalk 3,5, kohlens. Eisen 0,4.

Neapel. Cangiano Ueber das Trink-W. von N.: 51 p..

Neisse, im Gesenke des schlesisch-mährischen Gebirges, in einem mit Alluvium gefüllten Thale. Analyse mehrerer Trink-W. s. Med. Ztg. des Ver. für Heilk. 1838. Der Gehalt der Brunnen an Thonerde (1,17–2,55), u. an salpeters. Natron (eines Brunnens), sowie die Abwesenheit jeder Spur von Eisen sind merkwürdig. F. G. nach Haxthausen 6,5—14,3. (Kinderkrankheiten, besonders Scrofeln sind häufig.)

Neufchatel. Vgl. S. 29.

Nizza. Vgl. S. 47.

Niederlande. Cf. Gunning in Erdmann's Journ. 61. B.. Mittelzahlen der Brunnen-W. von 9 Orten (F. G. 10,66):

Chlornatrium	3,828	Kohlens. Kali	,45
Schwefels. Kali	,081	„ Magn.	,421
„ Natron	,871	„ Kalk	3,131
„ Magn.	,345	Eisen, Thon., Phosphors.	,086
„Gyps“	,824	Kiesels. Kali	,232
Salpeters. Magn.	,04	Kieselsäure	,189 etc.

Nocera. Vgl. S. 45. In einer andern Schrift wird dies W. näher besprochen.

Nürnberg. Vgl. S. 407.

Oldenburg. E. Harms; 1855.

Orléans. Guindant Exam. chim. et prat. des eaux de la Loire, du Loiret et des puits de la ville d'Orléans; 1769.

Paris bedient sich zum Trinken meistens des filtrirten Seinewassers. Die Wasserträger sind nicht verpflichtet, das W. oberhalb der Stadt zu schöpfen. Das Seinewasser ist sehr jodhaltig; der grösste Theil der Nebenflüsse mit Ausnahme der Yonne, nimmt ihm durch Verdünnung einen Theil seiner Eigenschaften. Unterhalb der Stadt ist die Seine viel unreiner; die Menge der organischen Stoffe u. der Chlorverbindungen ist sehr gestiegen u. die von Chevreuil während des Sommers nachgewiesenen Ammoniaksalze sind dort sehr bedeutend.

Das W. von Arcueil hält nach Chatin viermal weniger Jod als das der Seine u. ist auch reich an kohlensaurem Kalk.

Das gypshaltige W. von St. Gervais u. Belleville enthält noch weniger Jod, während in dem artesischen Brunnen von Grenelle dieser Stoff sich reichlich vorfindet.

Die Ourcq bei Mareuil kommt der Seine sehr nahe hinsichtlich des starken Jodgehaltes u. der geringen Menge organischer Stoffe.

Der artesische Brunnen von Grenelle hatte f. G. nach Payen (1841) 1,36, nach Boutron (1848) 1,35, nach Péligot 1,42. Nach den Analysen dieser Chemiker wechselt die Mischung bedeutend.

Vgl. die Schriften von Figuier (295 p.), Linas (111 p.), auch die Documents relat. aux eaux de Paris; 1861, Planches et tabl. 1858.

Pest. Cf. Tormay Med. Topogr. 1854. Analysen.

Pisa ist wasserreich. Das W. seift schlecht.

Prag. *Stelzig Topogr. v. Prag; 1824.

Ratcliffe. Bohrbrunnen, 215 engl. Fuss tief. Nach Mitchell f. G. 5,06, meist Chlornatr. 1,44, kohlens. Kalk 1,03, schwefels. Natr. 0,93, kohlens. Natr. 0,9, kohlens. Eisen 0,028 etc.. Analyse s. bei Ludwig.

Rheede. Vgl. S. 287. Mulder fand 1825 ca. 5 f. G., meist kohlens. Kalk u. Chlorkalium; auch salpeters. Kali u. freie Salpeters. (?).

Rheims. 2 Brunnen mit 7,3—14,5 f. G. (einer sogar mit 27,2), worin auch Nitrate, phosphors. Kalk 0,13—0,211, stickstoffhaltige Materie 1,04—1,42!, keine Magnesia!, viel schwefels. Kalk. Vgl. Chem. Centralbl. 1850, 755.

Rom. In 9 Trinkwässern fand Carpi in 6912 gr.: 2,05 bis 4,1 gr., also höchstens 5,92, durchschnittlich 3,74 Z.T. (*Esam.... aq. potab. di Roma; 1831). „Puteorum aquae transcolantes e Tyberi fluvio, qui dulcis est natura sua, lectissimae, tamen in puteis duri ac insuaves pluri ex parte redduntur, tum vitio soli naturali, quod totum est tophaceum et puteolanum et salsum, tum accidentali ex caementis antiquitatum ac latrinarum simul et cloacarum sine fine occulta illuvie, quae ipsas contaminant. Quare unius putei aqua minus hic vitiosa reperitur, quam alterius.“ (Baccius.) „Unam eandemque, exempli causa, Felicem aquam non variis modo tempestatibus sed eadem quoque hebdomade haustam eodemque ignis gradu iterum et saepius exploratam fere semper aliquanto diversam sapore et colore qualitatem quantitatemque sedimenti deposuisse observavimus.“ (Lancisi.)

Cf. Commaille in den Annal. d'hydrol..

Rotterdam. Zwei Brunnen enthielten f. G. 3,29 (besonders kohlens. Magn.). u. 5,86 (besonders kohlens. Kalk u. Chlornatr.). Müller in Arch. d. Pharm. 44. B..

Schweiz. Scheuchzer De aëre, aq. et loc. Helvetiae; 1728.

Spa. Vgl. S. 29.

Stockholm. *Bergmann (Phys. chem. Abh.) fand viel Kalk, Berzelius (Schweiggers Journ. XI) viel Nitrate, auch Kali, Eisen etc.. Vgl. S. 287.

Strassburg. Ueber die Trink-W. Platner (Rènaudin) in Hautesierck Rec. d'obs. I, 17.. Der Rückstand des W. nach dem Abrauchen gibt mit Vitriolgeist einen üblen Geruch, was von den vielen Gerbereien u. Tabakfabriken herrühren soll, deren Abgüsse sich mit dem Trinkwasser vermischen. Cf. Rènaudin sur le sol, les eaux etc. de Str. (Rec. d'obs. med. des hôp. mil. I, 215) u. Stöber in Gaz. de Strassb. 1860, 1 u. 2.

Stuttgart. Analysen des Bopserbrunnens von Fehling in *Pharm. Centrlbl. 1853. F. G. 4,57—4,62.

Tarentum. Vgl. S. 29.

Thionville. Die meisten Qu. haben $^3/_4$ ihres Gehaltes kohlens. Kalk, sonst schwefels., salpeters., salzs. Kalk, schwefels. Thonerde, Eisen.

Tours. Vgl. S. 368.

Treviso. Zanon; 1847.

Utrecht. Vgl. S. 494. *Mulder De aquis rheno-traj.; 1824. In den meisten Brunnen der f. G. 1,44—5,66, CO^2 0,088—0,29 Z.T. Vol..

Venedig. Vgl. S. 105.

Versailles. Demortain's Schrift. Leroi Eaux de V.; 1841 u. 47.

Vianen. Nach Mulder 5,1 Z.T. f. G., meist kohlens. Kalk, Chlorüre, keine Schwefels. u. keine Spur Eisen.

Vliessingen. Salpeters. Kali 0,548, salpeters. Magn. 1,89 (Gunning).

Warschau. Enthält zum Theil schwefels. Thonerde. Erndtel De aëre, aq. et loc. Warsaviae.

Wehen. Vgl. S. 29.

Weilbach. Die zur Kaltwasser-Anstalt verwendete Qu. enthält 3,1 f. G. in 10000, besonders kohlens. Kalk, wenig Sulfate u. Chlorüre, aber 0,062 kohlens. Eisen (*Will 1851).

Weimar. Ein W. in der Nähe von Weimar enthielt nach Reichardt 1859 f. G. 4,58 (ohne 2. Atom CO^2); zweifach kohlens. Magn. 2,69, zweifach kohlens. Kalk 2,63 etc.. Vgl. S. 44.

Werden. Vgl. S. 287.

Wien. *De Haen (Rat. med. contin. I, 185) hat verschiedene Trinkwässer Wiens, auch des Dorfes Hideldorff u. des Schneeberges mit Reagentien (Kali, Silber, Quecksilber, Blei) häufig untersucht u. fand diese Wässer sehr veränderlich, selbst das berühmte W. des Schneeberges. Das W. des Palastes vom Fürsten Schwarzenberg war viel reiner als das des Kapuzinerklosters u. des Bürgerspitales. — Zwei artes. Brunnen enthielten 12,4 u. 9,77 f. G., der erstere meist kohlens. u. schwefels. Kalk; der zweite (Bahnhof der Wien-Raaber Bahn) ist ein alkalisches M.W. (Ragsky).

Ein grosser Theil Wiens bezieht Trinkwasser aus dem Donaukanale, welcher fast sämmtliche Abzugsröhren der Stadt in sich aufnimmt. Cf. Rauch Ueb. d. Trink-W, von Wien; 1709.

Windsor. Vgl. S. 287.
Würzburg. Kastners Arch. XXII, 153, 170.
Zwingenberg. Vgl. S. 492.
Zwollen. Salpeters. Kali 1,587, salpeters. Magn. 0,59 (Gunning).

§. 238. Meerwasser.

1) Der Gehalt des W. des Weltmeeres an festen Bestandtheilen bleibt im Allgemeinen, sowohl was die Totalsumme, als was die einzelnen Stoffe betrifft, fast allerorts so ziemlich gleich. Die Totalsumme macht gewöhnlich 3 bis 4 % aus; je höher sie geht, desto grösser ist natürlicher Weise auch das auf W. (= 1000) bezogene spezifische Gewicht. Sowohl dieses, als die Abdampfung u. die Analyse geben aber doch einige Verschiedenheiten des Meer-W. nach Oertlichkeit u. Zeit zu erkennen. *) Am eigenthümlichsten zeigen sich diejenigen Theile des Meeres, die nur durch schmale Wasserstrassen mit dem grossen Ozean in Verbindung stehen. Von diesen sind die, welche einen etwas erhöhten Salzgehalt haben, wie das arabische u. rothe Meer, seltener als solche, die im Salzgehalt durch Fluss-W. sehr erniedrigt werden, wie die Ostsee, das schwarze Meer u. asowische Meer. Der Salzgehalt wird auch durch besondere Strömungen im Weltmeere, noch mehr aber durch geschmolzenes Eis erniedrigt. Meere, die seeartig abgeschlossen sind, wie das todte Meer oder der Kaspi-See haben entweder mehr oder weniger Salzgehalt als das offene Weltmeer.

Auch das offene Meer bietet demnach einige Verschiedenheiten. Besonders sind es die Flüsse, welche bis auf einen geringern oder grössern Abstand von ihren Mündungen das Meer-W. diluiren. Die innige Vermischung des Fluss-W. mit dem Meeres-W. ist nach dem Grade der Bewegung des Meeres (nach der Stärke der Fluth, der Wellen) u. nach der Menge u. Wärme des Fluss-W. verschieden u. es fordert immerhin einige Zeit, bis das dünnere obenauf schwimmende Fluss-W. durch Diffusion u. Mischung die Salze des Meerwassers aufgenommen hat. Cf. S. 135. Wie an einzelnen flachen Flüssen das stromanfwärts zur Fluthzeit eindringende Meer-W. sich weithinein nachweisen lässt, so verräth sich noch häufiger an der Verdünnung des Meer-W. die Nähe einer Flussmündung.

Fluth u. Stürme vermehren in solchen Fällen, wo vom Lande her Süss-W. ins Meer geht, in der Nähe des Landes öfters den Salzgehalt.

Das Norderneyer See-W., dessen mittlerer Gehalt auf 320 Z.T. geschätzt wird, fand Gräfe bei bewegtem Meere um 4—5 Z.T. saturirter u. dann noch merklich salzreicher, wenn sich die Fluth bei lebhafterem Nordwinde ungewöhnlich hoch am Gestade brach. Bei Kuxhaven bemerkt man je nach der Strömung 91—258 f. G., wie überhaupt die Orte, denen das W. bald mehr aus einem salzreicheren, bald mehr aus einem salzarmen Meere zuströmt, ein sehr veränderliches Meer-W. haben. Geffken erhielt bei anhaltendem SW 1009,2, nach anhaltendem N u. NW 1014 als

---

*) Ueber das spezifische Gewicht des Meerwassers an verschiedenen Orten vgl. Davy in *Schweigger's Journ. 1818, XXII, Marcet daselbst 1820, XXIX, Trommsdorff's Journ. 1821, V, 2, 335—338. Rost van Tonningen in *Nat. Tydschr. vor Nederl. Indien, 1851; über Verschiedenheit desselben zu verschiedenen Zeiten an denselben Orten Mulder in Poggendorf's Ann. 1837.

Ausdruck des spezifischen Gewichtes des See-W. bei Travemünde. Bei Landskrona im Sunde vermehrt sich nach Wilke das spezifische Gewicht des W. bedeutend bei NW; umgekehrt verhält es sich zu Ostende.

Der Salzgehalt des Weltmeeres wird von Forchhammer *) mit Ausschluss der Nordsee, des Kattegat, der Ostsee, des Mittelmeeres u. schwarzen Meeres zu 343 Z.T. berechnet, ist aber an manchen Stellen höher. Darunter sind: Chlor 189,4, Schwefels. 22,53, Magnesia 20,96, Kalk 5,61. Fügt man zu den genannten Stoffen noch Natrium, so sind damit die hauptsächlichsten Bestandtheile des Meer-W. genannt.

Der Unterschied des Meer-W. an der Oberfläche u. in der Tiefe ist Gegenstand vieler Erörterungen gewesen, an denen schon Aristoteles Theil genommen hat. Wie es Diesem nicht entgangen war, dass das Meer in der Nähe des Landes süsseres W. als auf offener See führte, so meinte er auch, dass die Oberfläche durch den Einfluss der Sonne salziger u. wärmer sei, als die Tiefe. Nicht selten hat man freilich das Gegentheil bemerkt, nämlich eine Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe.

Bergmann fand z. B. in einer Tiefe von 110 M. einmal 410 f. G.; Jackson fand in einem 10 Faden tief geschöpften W. (63,18 S.Br., 55 W.L.) 351 Z.T., in einem anderwärts (17,54 S. Br., 112,53 W. L.) in 450 Faden Tiefe geschöpften W. 359 Z.T. festen Gehalts. Beweisender sind die Versuche von Darondeau u. Henry (1837; in Annal. de Chim. LXIX). Das W. der Oberfläche zeigte:

Ort	Spezif. Gewicht	Festen Gehalt
11,8 N. 108,5 W.	1025,9	342,9
11,43 „ 87,18 „	1025,4	321,8
18, „ 85,32 „	1026,1	337,8
24,5 „ 52, „	1025,8	366,9
Mittel	1025,8	342,8.

An denselben Orten (u. noch unter 30,4 N. u. 11,47 W.) zeigte das W. in einer Tiefe von

	Spezif. Gewicht.	Festen Gehalt.
70 Ellen	1027,	352,8
200 „	1026,6	349,1
300 „	1025,9	348,4
450 Faden	1027,4	351,8
Mittel	1026,7	350,5
(400 Faden	1027,1	357,5).

Dagegen hatte eine von Forchhammer untersuchte, in einer Tiefe von 11100 Fuss geschöpfte Probe nur 351,7 f. G., eine von der Oberfläche aber 362. Nach ihm nimmt das W. im grossen Weltmeere, besonders im nördlichen Theile des atlantischen Ozeans mit der Tiefe eher an Salzgehalt ab, was in letzterem davon abzuhängen scheint, dass der Polarstrom, welcher längs der Ostküste Amerikas bis zur Bank von Neufoundland streift, sich unter den warmen Golfstrom senkt. Andere Verhältnisse aber finden statt in dem südlich von der Südspitze Asiens gelegenen Meere, dessen tieferes W. salzreicher ist, was auch wohl mit Temperatur-Verhältnissen in Verbindung steht. Ganz eigenthümliche u. öfters wechselnde Verschiedenheiten in der

*) Ein Auszug aus den vielen Arbeiten Forchhammer's ist in *Bischof's Geol. I, 1863 zu finden; auch stehen einige hier benutzte Resultate derselben in Balneol. Ztg. X.

tiefern u. oberflächlichen Strömung zeigen sich an den Verbindungsstellen der Meerbusen u. Binnenland-Meere mit dem grossen Meere.

2) ***Arabisches Meer*** u. ***rothes Meer.*** Wir beginnen die nähere Betrachtung der Meere mit diesem kleinen Theile des grossen Meeres, weil er sich durch seinen hohen Salzgehalt vor allen andern offenen Meeresregionen auszuzeichnen scheint. Das Meer-W. zeigt hier nach Ure ein spezifisches Gewicht von 1035 u. nach Wilkinson einen Salzgehalt von 430 Z.T.. Giraud soll im Golf von Suez 400 Z.T. gefunden haben; nach Buist variirt der Salzgehalt von 392—410. Zu dieser Concentration des W. trägt gewiss die hohe Temperatur der Luft u. des Meeres selbst bei; wenn aber nach Wilkinson 40 Z.T. Chlorcalcium im W. vorhanden sind, so muss der Meerbusen auch durch Zufluss von Chlorcalcium-haltigem W. einen Theil seines Salzgehaltes erhalten.

3) ***Mittelländisches Meer.*** Spezifisches Gewicht. Im Allgemeinen hat das etwa 40000 Qu.-Ml. Fläche bietende Mittelmeer einen hohen Salzgehalt u. darum auch ein hohes spezifisches Gewicht.

Robert gibt 1028,9 an, Spix 1033,84, Robert für die Küste des mittägigen Frankreichs 1028,9, Ermann für das bei Marseille geschöpfte W. 1028,28 bei 17°5, für Cartagena 1028,81—1029,24. (Bei Livorno fand Calamai 1023,1 bei 12°5, in den Lagunen bei Venedig 1018,4.)

Fester Gehalt u. Mischung.

Das Mittelmeer ergibt nach Forchhammer folgende Werthe.

	Fester Gehalt	Chlor	Schwefelsäure	Magnesia	Kalk
Mittelzahlen:	379,4	208,9	24,7	22,77	6,42
Maxima:	392,6	217,2	25,83		6,86
Minima:	363,9	201,6	23,02		6,1
(Usiglio a:	395,4	215,6	25,1	23,9	6,4)
(» b:	376,5	204,7	24,3	22,5	6,2).

Das Maximum des Gehalts lag zwischen der Insel Candia u. der afrikanischen Küste, das ist unter dem Einflusse der Wärme der libyschen Wüste, zur Zeit, wo der Nil keine grosse W.-Menge zuführte.

Usiglio erhielt die obigen Zahlen für die Umgebung von Hyères (a) u. von Cette (b).

Ich zweifele kaum daran, dass im Mittelmeere zuweilen viel höhere Werthe für den festen Gehalt gefunden worden sind. Die Angaben: 487 bei Livorno (Giulj), 455 am mittägigen Frankreich (Ingenhouzs), 449 bei Nizza (Allg. Ztg. 1852), 423 bei Messina (Arrosto), 411 bei Messina (*Gräfe), 407 für eine Stelle im Mittelmeer (Laurens), gehen alle mehr oder minder über das von Forchhammer gestellte Maximum. Aeltere Angaben über das Mittelmeer (396 Z.T. nach Pfaff, 410 am mittägigen Frankreich nach Vogel) mögen eher unbeachtet bleiben. Fünfzig engl. Meilen östlich vom mittägigen Frankreich traf Wollaston bei 670 Faden Tiefe sogar einmal ein W. von 1129 spezifischem Gewicht u. 1730 Z.T. f. G. bei 150° C. getrocknet; an zwei östlicher gelegenen Stellen fand er den gewöhnlichen Salzgehalt wieder. Sollten soweit ins Meer hinein Salzquellen ausgehen? Oder liegt dort das Steinsalz offen? Dies wäre ja noch unerklärlicher.

Auch das von Forchhammer gestellte Minimum kann nicht als solches gelten. Zu Marseille traf Daubeny 350 Z.T. an. Für die Nähe von Livorno u. Venedig wurden noch kleinere Salzgehalte gefunden.

Annehmbarer sind die aufgestellten Mittelzahlen. Usiglio gibt für das Mittelmeer (bei Hyères etc.) 372—376 f. G. an; Forchhammer fand für die Nähe von Malta 372 (*Cl* 200,5).

Mittelländisches Meer. In 10000:	2 Stund. v. Marseille. *Laurens 1834.[1])	Bei Hyères u. Fox. *Usiglio u. Douny.[2])	Bei Cette. Usiglio.[3])	Bei Nizza. (Augsb. All. Ztg. 1852, Aug.)	Adriatisches Meer. Ragazzini 1844?	Bei Livorno. Calamai 1847?	Bei Messina. Arrosto.	Insel St. Giorgio di Venezia. *Cenedella 1836.[4])	Lagunen bei Venedig. Calamai 1847?
Brommagnesium		(5,03)	4,97		1,71		!	Spur	
Chlornatrium	272,2	304,7	297,39	ca. 312,5	245,98	261,91	(264,6[6])	265,4	223,46
„ magnesium	61,5	33,74	32,84	31,2	74,56	37,33	34,7	16,04	31,21
Schwefels. Kali	,1	5,44	5,9			12,98		4,26	9,73
„ Magnesia	71,4	23,78	20,71	44,3	35,85	21,96	6,5	9,17	20,86
„ Kalk	0,	13,55	13,57	39,	17,84	8,94	16,5	7,2	6,02
Kohlens. Kalk	2,	1,55	1,14	!	Spur	Wenig	!	,83	
Kieselsäure					,5		!		
Organisches	Spur				1,88[5])			1,66	
Fester Gehalt	407,4	387,8	376,5	ca. 427,	360,5	343,1	322,3	304,6	291,2

[1]) Noch Jod u. 0,2 kohlens. Magnesia. Spezif. Gew. 1032,5. Diese Analyse s. im Journ. de Pharm. XXI, 93, Arch. d. Pharm. 1835, IV, 2, 153 u. im Annuaire des Eaux I. [2]) Die Analyse von Usiglio u. Douny steht im Annuaire; sie wurde von mir aus den Einzelzahlen des Liters combinirt u. auf 10000 reducirt. Spez. Gew. 1028,5. Das W. war 2000 M. von der Küste geschöpft. Der Bromgehalt ist nach dem des bei Cette geschöpften W. berechnet. [3]) Diese Analyse steht in Compt. rend. 27. vol., 429, Ann. de Chim. 1849, 27. vol., 92 u. 172, Arch. d. Pharm. 1849, 7. H., auch genau im Annuaire. Das W. war 3000 oder 5000 M. von der Küste in 1 Meter Tiefe geschöpft u. hatte ein spezif. Gewicht von 1025,8 (?) bei 21°. Die Abdampfung ergab etwas weniger. [4]) Zur Fluthzeit. [5]) Incl. Verlust. [6]) Ich habe 364,6 in 264,6 umgeändert; wohl mit Recht.

4) ***Weltmeer.*** — Allgemeines. Mehrere Forscher haben das in verschiedenen Graden der Breite u. Länge geschöpfte W. des Meeres hinsichtlich seines spezifischen Gewichtes u. seines festen Gehaltes untersucht. Das spezifische Gewicht wurde meistens zwischen 1027 u. 1029 gefunden; der f. G. zwischen 360—375 Z.T..

Breite.	Länge.	Spezif. Gewicht	Z.T. fest. Gehalts	Chemiker.
51,31	2,23 Ö. Gr.	1026,6	363	Rost van Tonningen (*Nat. Tydschr. v. Nedrl. Ind. 1851)
Calais		1027,8	348	Gay-Lussac (Ann. de Ch. VI)
35° N	17 W.	1029.	367	„ „
33,31	18,14 W. Gr.	1027.6	366	Rost. (Spez. Gew. bei 27° C.)
31,59	23,53 W.	1029.4	363	G. L.
29,4	25.1		366	„
21,	28,25	1028,8	375	„
11,15	20,24	1027,5	365	Rost.
6,48	18,28	1026,8	356	„

Breite.	Länge.	Spezif. Gewicht	Z.T. fest. Gehalts	Chemiker
6,	19,75	1027,8	377	G. L.
3,2	21,2	1027,5	357	"
0	23	1028,3	367	"
5,2 S	22,36	1028,9	368	"
8,1	5,16	1028,6	370	"
8,24	33,37	1028,1	374	Rost
12,59	26,56	1029,4	376	G. L.
15,3	24,8	1028,4	357	"
17,1	28,1	1029,1	371	"
20,21	37,5	1029,7	375	"
23,55	43,4	1029,3	361	"
24,34	26,18	1027,9	371	Rost
35,19	4,41	1026,7	361	"
36,39	17,57 Ö	1026,2	354	"
34,14	40,18	1027,1	364	"
36,23	50,27	1027,2	360	" od. Mayer
10,78	104,36	1025,9	346	" " "
Indische	See	1025,3		Mayer.

Mittel von Gay-Lussac 363 Z.T.. Die Zahlen von Rost geben 348—374.

Davy's Versuche. (Bei den Breitegraden wurden die Minuten weggelassen oder zu ganzen Graden ergänzt.) Bei 26,4° C.:

Tafelbay, 7 Kl. tief, 1½ Seemeilen vom Lande	1025,
Von 36°—26° S.Br. (Atlant. Ozean)	1025,9
25°—19° " " "	1026,4
13° " (79°57′ Ö.L.)	1024,5
7°—9° "	1025,
0°5 "	1026,4.

In einer spätern Versuchsreihe (1820) fand er bei 17°2:

30° S.Br. — 12° N.Br.	1026,7
16°—21° N.Br.	1027,6
24°—28° "	1028,2
31°—34° "	1027,6 u. 1028,2
42°—49° "	1027,4
½ engl. Seemeile von Dover	1026,5.

Mulder untersuchte 28 Proben, die auf dem Wege von Java bis zu den Niederlanden geschöpft worden u. fand 1027,1—1028,9. Ermann spricht dem atlantischen Meere ein Gewicht von 1026,8—1027,7 zu.

Fester Gehalt nach Darondeau im atlantischen Ozean, stillen Meer, Golf von Bengalen u. im indischen Meer zwischen 321,8 u. 366,9 Z.T. u. das spezifische Gewicht des W. des Weltmeeres an der Oberfläche 1025,5—1026.

Bei Brighton wurde 1026,5 von Graham, bei Ostende 1027,5 von Verhaeghe, im atlant. Ozean 1029,4 von Spix als Ausdruck des spezifischen Gewichtes gefunden.

Im atlantischen Ozean war der feste Gehalt 325—384 Z.T. nach Bibra, 369 nach Jackson, 378 nach Calamai, 380 nach Lewy,*)

an den Küsten Frankreichs 294—333 nach Lalande, an der Westküste 347 nach Asseyond,

bei Bayonne 380 nach Lagrange,

bei Arcachon 387, bei Cardouan 359, bei Royan 325 nach Fauré,

bei Havre 315 nach Riegel, 327 nach Figuier,

bei Boulogne 320 nach Bertrand,

an der Westküste Englands 314 nach Wieck, 319 nach Clemm, bei Barmouth 343, bei Brighton 355 nach Graham,

im Kanale 370 nach Daubeny, bei Calais 348 nach Gay-Lussac.

---

*) Giraud soll an den canarischen Inseln (Westküste Afrikas) 440, auf dem Wege nach Bombay 390 Z.T. f. G. gefunden haben.

Nach Forchhammer (cf. Küchenmeister in Baln. Ztg. X) steht der Gang der Aequatorial- u. Golfströme im atlantischen Ozean in einem merkwürdigen Zusammenhange mit den grossen Süsswasserflüssen. „Stets nimmt der Salzgehalt des Meeres da ab, wo die Aequatorial- u. Golfströme laufen u. neue Süsswasser aufnehmen. Da, wo die Landkarten die Aequatorialströme beginnen lassen, mündet der wasserreiche Congo oder Zaire in's Meer; in die Bai von Benin, gegen welche sie treiben, die vereinigten Benae u. Kuara. Während nun in der Bai von Benin das Meerwasser nur 344 Z.T. Salzgehalt hat, steigt letzterer, wenn wir den Aequatoriallinien folgen, bei 25 u. 30° W.L. auf 357, 367 u. 372; durch Zutritt des Senegal u. Gambia (10° nördlich vom Aequator) fällt er auf 362 u. 359; um an 10° nördlicher (etwa beim 10. Längsgrade von der afrikanischen Küste), wo kein Fluss ausmündet, auf 379 zu steigen. Nördlich u. südlich von diesen Aequatorialbelten ist das W. 15 bis 20 Z.T. salzreicher als in ihnen. Der grosse Aequatorialstrom geht bis zum Cap Rocque, ohne die Salzstärke des Aequatorialmeeres zu erlangen, fliesst dann gegen die u. längs der Nordküste Südamerikas. Vom mexikanischen Meerbusen an, wo der Aequatorialstrom sich mit reichlichem Süsswasser (Amazonenstrom, Orinoco) mischt, heisst er Golfstrom, hat bei St. Thomas u. St. Croix 357, in der Breite des Cap Hutteras 356, erhebt sich also bis zu den kleinen Antillen u. im mexikanischen Meerbusen nicht über 360. Durch 3 Breiten- u. 20 Längsgrade steigt der Salzgehalt durch Verdunstung (40° nördl. Breite) auf 361—364. Bei 45° nördl. Breite treten die W. des Lorenzo hinzu u. in der Breite seiner Mündung sinkt das W. auf 338. Durch Verdunstung steigt der Salzgehalt wieder bis auf 341—359 u. strömt in dem einen nach Nordosten gewendeten Strome in dem ganzen Meerestheile zwischen Island, Schottland u. Norwegen mit etwa 350, in dem andern durch den Kanal gehenden, salzreichern Arme mit etwa 360, doch nicht darüber."

„Die grössere Salzarmuth des stillen Oceans zwischen der Westküste Amerikas u. der Ostküste Afrikas, Asiens u. Australiens fällt auf wegen des wenigen Regens u. der grössern Verdampfung u. deshalb, weil die asiatischen Flüsse weniger W. zu dem stillen Ocean führen als die europäischen, afrikanischen u. amerikanischen."

Forchhammer gibt folgende Mittelzahlen an.

	Fester Gehalt	*Cl*	*SO³*	*MgO*	*CaO*
1) Zwischen Aequator u. 30° S.Br.	364,7	200,2	24,19	22,03	5,86
2) Zwischen Aequator u. 30° N.Br.	361,7	199,9	23,48	22,2	5,95
3) Zwischen 30° N.Br. u. Nordspitze Schottlands u. Neufoundlands	359,5	198,3	23,91	22,01	6,09
(Minima des Mittelmeeres	363,9	201,6	25,83		6,86)

1) Aus 6 Untersuchungen berechnet. Diese Region ist die salzreichste des offenen Meeres. Sehr nahe kommt ihr 2), wobei die Zahlen aus 14 vollständigen Analysen berechnet sind u. 3), wobei ebenfalls die Zahlen das Mittel aus 14 Analysen darstellen.

Maxima dieser Regionen:

1)	370	204,9	25,37	22,54	5,98
2)	379,1			23,33	
3)	369,3		25,37		7,26

Bei 2) das Maximum des f. G. an der atlantischen Seite der grossen Sahara etwa 8° nördlich vom Senegal, das salzreichste W. des Ozeans.

Minima dieser Regionen:

1)	359,3	198,3	23,12	20,22	5,63
2)	342,8				

Das Minimum des f. G. der Mündung des Niger u. der Mündung des Lorenzstromes entsprechend.

Vom Südpolarmeere waren 2 Proben sehr verschieden im f. G., nämlich 157,8 u. 375,1.

	Fester Gehalt	*Cl*	SO^3	*MgO*	*CaO*
4) Von der Nordspitze Schottlands bis zur Südküste Grönlands	353,6	195,4	23,22	20,61	5,78
5) Zwischen 30° S.Br. u. den Südspitzen von Amerika u. Afrika	350,4	193,8	23,13	21,6	5,56
6) Zwischen den aleutischen u. Gesellschafts-Inseln	352,2	194,9	22,76	21,56	5,71

6) Mittelzahlen aus 15 Analysen.

Maxima dieser Regionen:

4)	364,8	201,8	23,85		6,69
5)	359,1	198,1	24,51		5,83
6)		199,4	23,44		6,23

Minima dieser Regionen:

4)	348,3	192,9	22,54		4,88
5)	341,5	189,1	21,94		5,41
6)		189,1	21,95		5,35

In 60—80° N.Br. u. 120 M. Meerestiefe traf Mulgrave 340—364 f. G..

Der patagonische Kaltwasserstrom hat f. G. 339,7. (Maxima u. Minima differiren wenig.)

Mittelzahlen.

7) Zwischen Afrika u. den ostindischen Inseln	338,7	186,7	22,47	20,55	5,57
8) Zwischen den ostindischen u. aleutischen Inseln	335,1	184,6	22,07	20,27	5,63
6) Davisstrasse u. Baffinsbai	331,8	183,2	22,14	20,66	5,13
10) Nordsee	328,	182,4	21,94		5,23

7) aus 12, 8) aus 7, 9) aus 4 Untersuchungen.

Maxima dieser Regionen:

7)		197,5	24,7		6,
8)	342,3	188,7	25,8		6,13
9)	344,1	190,1	22,58		
10)	350,4	193,	23,51		5,65

Bei der Nordsee liegen die Maxima in der Nähe der Verbindung mit dem atlantischen Ozean.

Minima dieser Regionen:

7)		142,9	17,24		4,46
8)	322,7	177,6	21,		5,16
9)	323,	178,2			
10)	305,3	171,3	20,79		4,54

Das Südpolarmeer hatte nach einer Bestimmung 273 f. G..

„Der Strom um Grönland sinkt da, wo er zwischen Grön- u. Island nach der Davisstrasse umbiegt u. in letzterer Strasse selbst auf 324,2 u. steigt erst nördlich von 66—69° auf 332—336, wie überhaupt ein immer grösseres Steigen mehr nach dem Norden zu stattfindet. Der geringe Salzgehalt des Meeres in der Davisstrasse rührt von dem grossen Süsswasserzufluss her, den das Meer durch das Schmelzen der Eisberge zwischen Island, Grönland u. Spitzbergen enthält.... Jetzt weiss man (was man schon a priori aus der Zunahme des Salzgehaltes in der Baffinsbai gegenüber dem der Davisstrasse hätte schliessen können, woraus man sehen musste, dass die Baffinsbai kein geschlossener Meerbusen [Fjord] sein könne, in welchem der Salzgehalt mit jedem Schritt weiter in ihn hinein stetig abnimmt, sondern eine Meerenge [Sund] sein müsse); jetzt weiss man, dass sie in unmittelbarer Verbindung mit dem westamerikanischen Meere steht. Kann man sich also auch nicht über ihren erhöhten Salzgehalt an sich wundern, so muss man sich doch darüber wundern, dass, je weiter man in dieser Bai nach Norden kommt, der Salzgehalt immer noch steigt u. hier nicht, wie an Grönlands Ostküste, die vorhandenen Eismassen das Seewasser verdünnen. Man muss also auf die Vermuthung kommen, letztere seien in dem nördlich von Nordamerika gelegenen Meere verhältnissmässig geringer als in dem im Norden von Europa gelegenen Meerestheile.“ (Forchhammer.)

Das Chlornatrium diffundirt besser als das schwefels. Magnesia, selbst wenn von beiden gleiche Mengen geboten sind; man sollte also erwarten, dass einem Fluss-W., das seine Salze vom Meer-W. durch Diffusion annimmt, weniger Chlornatrium abgehe, als die in geringer Menge gebotene schwefelsaure Magnesia. In den Analysen finde ich das Gegentheil; dem diluirten Meer-W. fehlt vorzugsweise Chlornatrium.

5) ***Stilles Meer,*** Austral-Ozean. Grösser als alle Festtheile der Erde zusammengenommen, stellt es gewissermaassen die Norm für die Mischung des Meerwassers dar. Von der westlichen Seite Amerikas nimmt es fast keinen grössern Fluss auf. Der Gehalt ist weniger gross als im atlantischen Ozean.

Spezifisches Gewicht nach Jackson 1027,5 (an der Südspitze von Amerika 1026), nach King unter 10—40° S.Br. 1026,13—1026,48.

Nach Forchhammer ist der f. G. zwischen 30° N u. 30° S.Br. 356,1.

v. Bibra untersuchte 1850 5 Stellen:

1) Hafen von Callao. 12°5 S.Br., 77°14′ L., 1/2 engl. Meile von der Küste. 12′ Tiefe. Temp. 18°8.

2) Hafen von Tocopilla. 22°6 S.Br., 70°16′ L., 1/4 engl. Meile von der Küste. 12′ Tiefe. Temp. 17°4. Spez. Gew. 1028,7 oder 1027,8.

3) 25°11 S.Br., 93°24′ L., 420′ tief. Temp. 20°6. Spez. Gew. 1026,4.

4) „ „ , „ „ , 11′ „ „ 24°2. „ „ 1026.

5) Beim Cap Horn. 56°32 S.Br., 68°47′ L. 12′ Tiefe. Temp. 7°25.

*In 10000:	1.	2.	3.	4.	5.
Brommagnium	3,608	3,939	2,742	3,582	3,751
Chlornatrium	250,543	286,413	260,592	261,046	265,713
„ magnium	34,948	36,488	47,425	41,602	36,085
Schwefels. Kali	14,09	15,99	14,18	13,59	13,27
„ Magnesia	9,47	10,41	11,17	11,04	10,79
„ Kalk	14,88	14,49	16,22	16,22	18,02
Summen	327,5	367,7	352,3	347,1	347,6

6) ***Atlantischer Ozean.*** Auf den folgenden Seiten steht eine Anzahl von Meerwasser-Analysen, die sich auf den atlantischen Ozean u. die Nordsee beziehen. Sie sind so geordnet, dass mit dem salzreichsten W. begonnen wird u. die andern in abnehmender Reihe folgen.

Grosser Ozean (einschliesslich der Nordsee). [1] In 10000 Gewichtstheilen:	Atl. Oz. bei Arcachon. *Fauré.	Atlant. Ozean. *Calamai.	*Nordsee bei Helgoland.	Atl. Ozean. *Jackson.	Atl. Oz. b. Cardonan. *Fauré.	2°55 Ö. L. Greenw. Vandevyvere.	Bei Brighton. *Schweitzer 1838. [5]	Indische See. *Mayer 1850.	Bei Havre. *Figuier u. Mialhe.	Bei Royan. *Fauré.
Brommagnesium	Spur					14,4?	,29	Spur	1.22	
Chlornatrium	283,65	304,61	285,8	314,06	274,5	233,7	270,59	261,	257,63	258,02
„ magnesium	37,38	27,42	38,47 [2]	7,19	32,85	48,6	41,54	35,52	28.58	26,74
Schwefels. Kali		14,39	6,89			Spur	8,94	,46	,94	
„ Magnesia	56.34	30,04		19,85	37,15	52,8	16,8	16,89	24,6	27,45
„ Kalk	6,23	1,53	38,12		10,87	6,4	14,07	16,92	12,1	9,1
Kohlens. Kalk	3.15			15,28 [3]	3,25		,33		1.32	3,65
Kieselsäure									!	
Organisches	,52				,43					,54
Fester Gehalt	387,3	378	371	369,4	359	356 [4]	352,6	343 [6]	326,6 [7]	325,5

[1]) Die mit * bezeichneten Analysen sind der Gleichförmigkeit wegen umgerechnet.
[2]) Noch Chlorcalcium 1,58. Spez. Gewicht 1024,3 bei 18°5.
[3]) Noch kohlens. Magn. 12,36! u. Phosphors. 0,6. Spez. Gewicht 1026 bei 15°5. Das W. 3000 M. von der Küste.
[4]) Angeblich 365,2.
[5]) 6 Meilen vom Ufer. Spez. Gewicht 1027.4.
[6]) Nach direkter Bestimmung.
[7]) Noch kiesels. Natron 0,17. Es bezieht sich diese Analyse auf 10 Liter.

Grosser Ozean (einschliesslich der Nordsee). In 10000 :	Bei Norderney. *Angerstein.	Bei Barmouth. *Clemm 1839.	Bei Scheveningen. Müller 1846.	Bei Havre. *Riegel 1851.	Bei Föhr. Dumenil 1847?	Bei Norderney. *Soltmann 1839.	Bei Helgoland. *Backs 1847.	Gunning. (Gehalt zu 300 angenommen).
Mg Br		Spur	Spur	1,47				,5
Na Cl	256,9	248,8	255,2	246,32	251,3	257,9	235,8	235,5
Mg Cl	40,37	32,8	39,93	31,34	27,3	14,98	34.13	30.1
$KO\ SO^3$	6,31	15,7	3,57	3,59	4,7	4,56		3,5
$MgO\ SO^3$	8.94	9,7	12.16	14,24	21,5	14,56	11.77	16,8
$CaO\ SO^3$	6,41	12.1	5,26	15,07	5,	13,9	11,8	13.2
$CaO\ CO^2$		!		2,69				,1
SiO^3	1,02	!	1,3		1,2			Spur
Organisches		! [2]			.65			
Fester Gehalt	320,2 [1]	319,	317,7	315, [3]	311,6 [4]	305.9	305,3	[5]

[1]) Spez. Gewicht 1023 bei 10°.
[2]) Noch Spuren von Ammon, Jod, Phosphors., Eisen, Organischem.
[3]) Spur Eisen.
[4]) Spez. Gewicht 1022,1.
[5]) Noch Ammoniak 0,17.

Atlantischer Ozean. v. Bibra's Analysen (1850):
1) 23°45 S.Br., 29°27 L.. Temp. 24°4. Spez. Gewicht 1024,4.
2) 0°47 „ , 33°2 „ . „ 27°75. „ „ 1027,5.
3) 20°54 N.Br., 40°44 „ . „ 25°. „ „ —
4) 41°18 „ , 36°28 „ . „ 20°75. „ „ 1028,7.
5) 51°9 „ , 3°8 „ . „ 16°2. „ „ · 1026,4.

*In 10000:	1.	2.	3.	4.	5.
Brommagnesium	2,91	4,64	3,57	4,46	3,33
Chlornatrium	277,43	281,87	266,51	298,28	257,25
„ magnesium	31,76	30,92	38,38	36,86	44,69
Schwefels. Kali	17,15	18,1	16,25	14,99	15,29
„ Magnesia	6,14	5,84	6,78	10,66	7,06
„ Kalk	20,46	15,17	15,97	18,97	66,22
Summen	355,8	356,5	347,5	384,2	343,8.

7) Die ***Nordsee*** erreicht selten den Gehalt der Aequatorial-Zone, übertrifft aber zuweilen noch das W. des stillen Meeres im Salzgehalte. Der feste Gehalt bleibt meist unter der Norm, die etwa 355—360 ist.

In der Nordsee (incl. Kanal) waren Z.T. festen Gehalts:

319 nach Clemm, bei 51°9 N.Br. u. 3°8. Ö. L. Greenwich 344, nach Bibra, zwischen Belgien u. England 328 nach Bischof, in der Nähe der englischen Küste 301,8 nach Forchhammer,

bei Brighton 353 nach Schweitzer, 355 nach Graham,

bei Harwich 374 nach Lucas, (bei Forth in Schottland 310 nach Murray, bei Leith 312 nach Pfaff), an der Tyne-Mündung (273 nach Granchow 1837) 357 nach *Lucas (1752), zwischen Schottland u. Norwegen auf offener See 342 nach Forchhammer.

bei Ostende 355 nach Vandevyvere,

bei Scheveningen 312 nach d'Aumerie, 317 nach Mulds, 318 nach Müller, 343 nach van Meerten, 345 nach Pfaff, (361 nach Hollemann),

bei Norderney 306 nach Soltmann (1839), 320 nach Müller u. Angerstein. 323 nach Brande, 324 nach Bluhm, 325 nach Halem, 342 nach Pfaff,

bei Wangerooge 350 nach Chemnitz (bei NO u. Fluth),

bei Helgoland (ca. 398 nach Bonsdorff bei NW im August) 305 nach Backs, gegenüber der Elbemündung 305,3 nach Forchhammer,

bei Föhr 312 nach Dumenil, 345 nach Pfaff. 347 nach Becker,

bei Kuxhafen 312 (nach Schmeisser? Nach Neumeister u. Kluge war der f. G. bei Ebbe u. SO nur 176, bei sehr hoher Fluth u. SW 258, bei Fluth u. NW 281—312).

bei Ritzebüttel 312 nach Pfaff.

Bei Wyck erhielt Bertram bald 290, bald 347 Z.T., Dumenil bei Föhr 312—342 im J. 1846, incl. Krystall-W., u. auch 1846 320—346, auch bei der grössten Vorsicht nie ebenviel Rückstand.

8) ***Ostsee*** (Baltisches Meer). Dieses etwa 7000 Qu.Ml. grosse Binnenmeer hängt an seinem westlichen Ende durch 3 Strassen, Sund, grosser u. kleiner Belt, mit der Nordsee zusammen. Wohl 40 bedeutendere Flüsse fliessen in die Ostsee, weshalb der Salzgehalt dieses Meeres relativ zum offenen Meere gering ist. Die Vermischung mit dem W. der Nordsee ist beschränkt u. der Salzgehalt wechselt besonders nach der Windrichtung.

Das W. im östlichen Becken hatte nach Weissmann ein spezifisches Gewicht von 1006,64—1016,52 bei 4° C. u. nur bis 1004,5 im östlichen Becken.

Seetzen fand bei Dubbeln 1004,3, Hoppe bei Greifswald 1005,03, Geffken bei Travemünde bei anhaltendem SW 1009,2, nach anhaltendem N u. NW 1014; bei Doberan erhielt man 9000′ vom Ufer in 63′ Tiefe W. von 1015,6 bei 15°6. Wilke fand bei O 1003,9, bei W 1006,7 (bei Sturm aus W 1011,8), bei NW 1009,8. Dem spezifischen Gewichte entsprechend wechselt auch der Salzgehalt. Er war z. B. in 10000 (relata refero): nach Wilke 90—200, nach Billard sogar 280,

bei Apenrade im J. 1805 216 (Pfaff), bei Kiel (Düsterbrook) 200 (Pfaff; diese Zahlen werden wohl irrthümlich auch zu 205 u. 171 angegeben),

bei Travemünde 167 (Pfaff; ebenso Suwe), 106 (? Geffken), bei Doberan 169 (Link oder Pfaff),

bei Putbus 130 (Hermbstädt), bei Greifswald 61,8 (Hoppe; bei den Badeanstalten nur 58,9), bei Swinemünde, ¼ Ml. vom Ausflusse (1805) etwa 171 (Kastner), bei Dievenow 157 (Beyer), bei Bornholm 81 (Sievers), bei Karlshamm 66 (Pfaff),

bei Zoppot 76 (Link), 1810: 68—73, 1823 bei verschiedenen Winden: 71—80 (Hufeland's Journ. 72. B.), 1831: 70,5—76,33,

bei Crantz 70 (Link), 1823: 68—77 (Lichtenberg),

bei Dubbeln 57 (Seetzen; das im Winter geschöpfte W. nur 13), bei Pernau 42 (Sievers), 62 (Göbel), bei Hapsal 182,5 (Trapp), 63,5 (Göbel; nach einem andern Referate 75), bei Reval 62 (Göbel), 71 (Sievers).

Nach Forchhammer ist der durchschnittliche feste Gehalt, wenn man hier von Mittelzahlen sprechen darf, 48,1, das Maximum 74,9, das Minimum 6,1; u. es waren vorhanden:

	Cl	*SO*³	*MgO*	*CaO*
Mittel:	26,1	3,34	3,11	,94
Maximum:	40,8	5,27		1,45
Minimum:	2,9	,4		,19
Verhältnisse im Mittel:	100 :	12,77 :	11,89 :	3,59.

Unter diesen Umständen würde es nicht zweckmässig sein, die auf 10000 W. bezogenen Analysen anzugeben; lehrreicher ist es, die Promille-Mischung des Salzgehaltes auszurechnen.

In 1000 Meersalz waren:	Greifswalde nach Hoppe.	Dubbeln nach Seetzen.	Hapsal nach Trapp.
Chloraluminium		1	
„ natrium	789	767	917
„ magnium	45	105	14
„ kalium	26	12	4
Schwefels. Magnesia	92	58	21
„ Kalk		52 [2])	38 [3])
Kohlens. Kalk	36 [1])		
Kieselsäure		2,5	5

[1]) Noch kohlens. Magn. 8,4, Organisches 2,7. Das W. war ⅜ Meile vom Bade geschöpft. F. G. war 61,8.

[2]) Noch kohlens. Kalk 0,3, kohlens. Eisen 1,3. F. G. 56,6.

[3]) Noch schwefels. Eisen 1, schwefels. Thon. 0,5. Eine Analyse von Geffken, die sehr viel Chlormagnium ergeben haben soll (29,7 Z.T. auf 91,8 Chlornatrium) bleibt unbeachtet; auch eine von Beyer ausgeführte Analyse des W. bei Dievenow, die mir nur unvollständig vorliegt (Chlornatr. 124, Chlormagn. 15,5; f. G. 157; Spuren von Jod, Brom, Phosphors., Eisen, Ammon), u. eine ältere von Göbel mit dem bei Pernau geschöpften W. ausgeführte (Chlornatr. 51, Chlormagn. 4, Chlorkal. 0,6, schwefels. Magn. 0, schwefels. Kalk 7. Relativ mehr *SO*³ war bei Hapsal u. Reval nach Göbel.) Cf. Jahresber. f. 1852, 752 (Trapp), Arch. d. Ver. f. Naturk. in Mecklenb. I, 147, Rose in Poggend. Ann. 35. B., 169, Brandes Arch. 1835, IV, 2.

Im Kattegat u. Sund kommen auf 100 Th. *Cl.* SO^3 11,94, *MgO* 10,81, *CaO* 3,29. Die mittlere Menge dieser Stoffe in 10000 s. unter No. 9) auf dieser Seite; die Maxima u. Minima waren:

Maxima:	F. G. 199,4,	*Cl* 110,8,	SO^3 12,78,	*CaO* 3,93
Minima:	» » 108,7,	» 59,7,	» 7,5,	» 1,95.

Im Sunde bei Helsingör besteht ein doppelter Strom; der Oberstrom geht in der Regel aus der Ostsee ins Kattegat, der Unterstrom umgekehrt. Letzterer hat durchschnittlich 190 Z.T. Salzgehalt, der Oberstrom hatte an 134 Tagen, wo er vom Kattegat ging, 160 Salzgehalt, an 86 Tagen, wo er aus Süden kam, 118 Z.T.; an 24 Tagen war Stromstille bei 133,4 Z.T. Salzgehalt.

Cf. Gassinger Chem. Untersuch. d. W. aus dem Meere, den Seeen, Buchten u. des Schlammes der Küsten Neurusslands; Odessa 1852. Russisch.

9) Die Strömung geht gewöhnlich vom **Asowischen** Meere, in welches sich ein bedeutender Fluss, der Don ergiesst, zum schwarzen Meere. Das von Göbel analysirte W. (S. 211) war in der Mitte des Meeres im Juli 5½ Faden tief geschöpft. Auch das W. des **schwarzen** Meeres (S. 211) war fern von Strommündungen bei Feodosia geschöpft. Der Bosphorus führt bei Bujucdere nach Pisani (1855) ein W., das 163—174 Z.T. Abdampfrückstand gibt, am meisten bei O u. NO.

A. Schwarzes u. asowisches Meer	158,9	88,	9,58	10,19	2,43
B. Kattegat u. Sund	151,3	83,6	9,98	9,08	2,75.

A aus einer eigenen Analyse u. zwei von Göbel. Das Kaspische Meer hat 162,4 f. G..

Maximum von B	199,4	110,8	12,78		3,93
Minimum von B	108,7	59,7	7,5		1,95;

bei B das Minimum in der Nähe des Kattegat.

Das W. des Kaspi-See's hat einen noch geringern Salzgehalt, der nach Murchison an einigen Stellen jedoch (wohl durch Salzquellen) erhöht ist. Viele Ströme ergiessen sich in diesen See, doch soll er noch mehr W. durch Verdunstung, als ihm zuströmt, verlieren. Mehner's Analyse (1855) u. die von Abich sind schon (S. 211) angeführt.

Magnesia, besonders aber Kalk u. Schwefels. sind im W. des Kaspi-Sees bedeutend höher als im W. des Weltmeeres; es erklärt sich dies nach Forchhammer daraus, dass das thierische Leben in diesem See sehr zurücktritt.

10) Gewisse mit dem Meere nur in beschränktem Zusammenhange befindliche Buchten führen ein verdünntes Meer-W.; z. B. hält das W. des Fjord bei Sandefjord in Norwegen ein W. von 140 f. G. u. in der grossen Lagune bei Venedig fand Calamai 291 f. G.. Das W. des Zuidersee's zeigte sich nach Ort u. Zeit sehr veränderlich. (*Mulder, Water. of Amsterd. 1825.)

Die Mischung des W. kommt in solchen Fällen aber sehr mit der des Meerwassers überein; namentlich scheint das Wasser des Fjord's nur ein durch (unterirdische?) Zuflüsse reinen Wassers verdünntes Nordsee-W. zu sein. Es enthielt Z.T.:

Brommagnium	,338	Kohlens. Eisenoxydul	,194
Chlornatrium	109,115	Thonerde	,033
„ magnium	14,934	Kieselsäure	,134
Schwefels. Kali	3,908	Summe	139,9
„ Magnesia	4,812	Spez. Gew.	1011,4.
„ Kalk	6,449		

Auffallend ist nur der Mangel an kohlens. Kalk, der auch in der Analyse des Lagunen-W. von Venedig vermisst wird.

No. 11. In 1000 Theilen **Meersalz** sind Theile von:	I Gunning.	II Bischof.	III Backs.	IV Mulder.	V Dumenil.	VI Clemm.	VII Schweitzer. (Kanal.)	VIII Calamai.	IX Calamai.	X Regnault.	XI a Bibra.	XI b Bibra. *)	XII Riegel.	XIII Figuier.	XIV Strecker. (Im Fjord.)	XV Laurens.
Chlornatrium	785,	791,4	774	803	808	780	767	767,3	763,3	765	772	748	752	789,	779	668,
„ magnium	94,	85,4	92	119	80	76	104	89,	88,2	102	78	106	90	86,	91	151,
„ kalium	10,	20,6	33	10	13	42	22	28,6	32,4	20	43	38	9	2,5	24	,3
Schwefels. Magn.	64,	68,7	65	48	77	65	65	94,4	90,1	65	52	51	60	77,	54	176,
„ Kalk	44,	33,9	36	16	18	37	40	20,7	26,	40	49	47	76	37,	46	0
Kohlens. Kalk	0,4						1			1			5	4,		3, †)
Brommagnium	1,7						1			1	11	10	5	4,	2	
Ammoniak	1,3															
Kieselsäure	0,09			4	4									0,5	1	

*) Nach Strecker's Referat.
†) Noch kohlens. Magn. 2,4.

I sind Mittelzahlen aus mehreren sehr übereinstimmenden Analysen aus Mulder's Laboratorium. II habe ich eingeschaltet u. habe die Zahlen von Calamai nach dem Originale gegeben; sie betreffen Livorno u. die grosse Lagune von Venedig. XI gibt Durchschnittszahlen von 5 Analysen. Die letzten Reihen habe ich zugefügt. Die von Ludwig „nach den zuverlässigsten Angaben berechneten“ Zahlen würden nach der hier durchgeführten Berechnungsweise ergeben: *Na Cl* 770, *Mg Cl* 81,9. *KCl* 20,5, $MgO\ SO^3$ 75, $CaO\ SO^3$ 21,3, $CaO\ CO^2$ 10,1! *Mg Br* 13! Fe^2O^3 0,1, SiO^3 4! Es sind schwerlich richtige Werthe zu Grunde gelegt worden. Man vergleiche auch S. 558 über das Salz der Ostsee.

Die Mischung des Meerwassers wechselt je nach der Tiefe, aus welcher das W. entnommen wird. Jackson fand (1839) unter 63°18′ S.Br. u. 55° W.Länge, bei 30° F. u. 150 Faden Tiefe in W. von 1026 spez. Gewichte die Resultate unter I, dagegen unter 17°54′ S.Br. u. 112°53′ W.L. bei 41°5 F. u. 450 Faden Tiefe in W. von 1027,5 spez. Gewichte die unter II. Es enthielt 1 Volumen W., was den Raum von 10000 Gran destillirten Wassers einnahm:

	I	II	
Chlor	207,3 *)	204. *)	*) Nach andern Berichten 217,3 u. 224.
Schwefels.	12,9	24,3	
Kohlens.	12,9	6,8	
Phosphors.	,6	,9	
Natron u. Natrium	101,2	107,6	
Talkerde	16,4	24,8	
Kalk	8,3	10,6	Gran.
Feste Salze	360.	379.	

12) Bemerkungen über die einzelnen Bestandtheile.

Chlor. Chlor macht den Hauptbestandtheil des Meerwassers aus. Im Mittel fand v. Bibra fast 187 Z.T., Forchhammer noch etwas mehr.

Brom. Sonderbarer Weise scheint der Bromgehalt sehr zu wechseln. Daubeny fand im brittischen Kanale 0,131 Z.T. Brom, bei Marseille nur 0,018.

Obwohl angeblich die Mutterlauge der Saline von Wangerooge kein Jod enthalten soll u. es auch einigen Chemikern (Figuier, Geffken, Dumenil bei Föhr, Sarphati bei Kattwyk u. der Insel Tepel) nicht gelang, Jod im Meerwasser nachzuweisen, so ist es doch sicher in kleiner Menge vorhanden; was schon dadurch bewiesen ist, dass viele Meerespflanzen u. Meeresthiere Jod enthalten, was sie aus dem Seewasser in sich aufgenommen u. angesammelt haben. *)

---

*) Jod findet sich namentlich in den Gattungen Fucus, Gelidium, Sphaerococcus, Helminthochorton, Ulva, Pavonia, Zostera. Unter allen Thalassophyten enthält nach Gaultier u. Sementini der Fucus saccharinus die grösste Quantität Jod; am nächsten in dieser Beziehung dürfte ihm wohl der Fuc. palmatus stehen, eine Pflanze, welche an den Küsten Irlands u. Spaniens in ungeheurer Menge wächst. (Im Widerspruche mit dieser Ansicht von Gaultier setzt Whitelaw, Jodfabrikant zu Glasgow nach seinen langjährigen Beobachtungen den Jodgehalt des F. digitatus zu 100, den von F. bulbosus zu 65, von F. sacchar. zu 35, von F. serratus zu 20, von F. nodosus zu 15.) Die mit der Sichel geschnittenen Arten, F. vesiculosus, bulb., nodosus, sind weit ärmer an Jod, als die aus der Tiefe des Meeres durch die Wellen an den Strand gespülten, F. sacchar., digit., lorens. Ein guter Tang gibt etwa $^1/_{5600}$ Jod oder $^1/_{224}$ der Asche. Die Atriplexarten der Meeresküsten enthalten nur wenig Jod. Dorvault macht es sehr wahrscheinlich, dass das Jod in den Fucusarten an Kalium gebunden ist. Scytosiphon filum, eine Alge, soll reich an Jod sein, Laminaria digitata 23 Z.T., Fucus nodosus 2,77 Z.T. nach Schacht enthalten. Befeuchtet man die durchschnittene Laminaria digitata auf dem Schnitt mit Salzsäure u. dann mit Amylumkleister, endlich mit einer Lösung von salpetrigsaurem Kali, so wird der Kleister gebläut. (Manche Seegewächse werden bei dieser Probe braun vom Brom.)

Ferner findet sich das Jod in vielen, man darf wohl sagen, allen Thieren des Meeres. Vorzüglich hebe ich zur Vergleichung der Jodwirkung der M.W., einschliesslich des Meereswassers, den Jodgehalt der Badeschwammkohle u. des Leberthrans hervor. Die Kohle des Meerschwammes enthält etwa 1 % Jod. Der weisse Leberthran enthielt in 10000 Gr. an Jod 0—2,93—9 Gr. Jod u. 0—1,7 Brom nach Herberger, kaum 0,9 Jod nach Personne, heller Thran nach de Jongh 3,7, (heller?

Auch haben manche Chemiker es nachgewiesen, z. B. Ballard im mittelländischen Meere, Arrosto bei Messina, Calamai bei Livorno, Cenedelli im adriatischen Meere, Fauré bei Arcachon, Vandevyvere 2°55′ östl. von Greenwich, Beyer bei Dievenow, Clemm bei Ritzebüttel, Pfaff u. Göbel an mehreren Stellen der Ostsee.

Nach *Dorvault beträgt der Jodgehalt des Meerwassers unter den günstigsten Bedingungen nur 0,01 in 10000. Landerer schätzt den Jodgehalt im mittelländischen Meere auf kaum 0,04 in 10000; nach Marchand enthalten die W. des Ozeans 0,08 Jod. Bouis soll im Ozean, im mittelländischen u. im todten Meere 0,092 Jodnatrium gefunden haben.

Fluor-Spuren wurden von Wilson nachgewiesen u. von Forchhammer in Korallen u. Kesselsteinen, auch im W. selbst gefunden. Nickles fand solche nur in den Absätzen des Meerwassers, nicht in 60 Litern des W. selbst. Vgl. S. 229.

Der Schwefelsäure-Gehalt des Meerwassers ist viel zu gross um nur mit Kalk u. Kali combinirt gedacht zu werden, aber lange nicht gross genug, um aller Magnesia äquivalent zu sein. Usiglio traf im Mittelmeer an Frankreichs Küste 24,3, im Ozean 22,89—24,36. Die Schwefels. vermindert sich im Meer-W. durch Aufnahme in die Schalen der Seethiere u. durch Bildung von Sulfür. Vgl. S. 390. Freie Schwefelsäure soll an den vulkanischen Küsten Griechenlands sich im Meerwasser durch die Wirkung auf das Kupfer der Schiffe zeigen.

Phosphorsäure-Spuren wurden von Beyer (Dievenow), Clemm (Barmouth), Schweitzer (la Manche) u. A. (im W. bei Helgoland) erkannt. Jackson taxirte sie 1839 in 2 Analysen wohl zu hoch zu 0,6—0,9. Marchand spricht auch von Spuren der Phosphorsäure. Vgl. S. 297.

Bor wurde bei Helgoland mit der Curcuma-Probe angedeutet. Forchhammer fand es im W. des Sundes bei Kopenhagen, auch im Fucus vesiculosus u. Zostera marina. Vgl. S. 311.

Salpetersäure. Bineau dosirte die Nitrate des weit vom Lande geschöpften Mittelmeer-W., während das bei Marseille geschöpfte keine enthielt. Boussingault fand zu Dieppe 0,003 (NO^5?) in 10000. Andere fanden keine Salpetersäure.

Ammoniak. Nach Boussingault 0,002 in 10000, nach Marchand bei Fécamp 0,0057. Nach Gunning betrug es 1,3 Tausendtel des Meersalzes, also bedeutend mehr. Auch Forchhammer fand Spuren. Vgl. S. 352.

Lithium. Marchand traf im W. des Ozeans, 8 Kil. vor dem Hafen von Fécamp, etwas Lithium an. Vgl. S. 349.

---

nach Hopfer bis 0,065), nach Girardin 1,64, nach Gobley 2,5, braunblanker nach Santen 0,065, brauner 0,037, halbblanker 0,022, brauner nach de Jongh 4, nach Personne 0,28, nach Herberger (neben 0—2,93 Brom) 3,75—15,6—17 Jod. Die Menge des Jods im Leberthran übertrifft im Allgemeinen um Vieles also die der jodreichsten M.Wässer. Doch gibt es auch jodfreien Thran. Chevallier fand im Aetherauszuge der Leber von Gadus morrhua kein Jod. Der Thran des Weissfisches soll weniger Jod als der des Dorsches enthalten. Häringsthran ist jodfrei nach de Jongh.

Kali geht theilweise dem Meere durch Aufnahme desselben in den Thon verloren.

Das mittlere Verhältniss von Chlor zu Magnesia ist 100 : 11,07. Thiere u. Pflanzen entziehen dem Meere wenig Magnesia. Vgl. S. 381.

Das mittlere Verhältniss von Chlor zu Kalk ist 100 : 2,96; selten wurde über 3,5, einmal in der Ostsee 7,48 gefunden.

Der Kalkgehalt scheint sehr variabel. Vgl. Davy in Pharm. Centralbl. 1849. An verschiedenen Orten fand er 2—9 Gyps in 10000. Der Kalkgehalt ist nach ihm nur an den Küsten bedeutend. Auch in der Tiefe des Meeres soll sich mehr Kalk in Lösung befinden als an der Oberfläche, was leicht zu erklären ist. *) Backs bestimmte früher den schwefels. Kalk bei Helgoland zu 11,1; Riegel erhielt zu Havre, ebenso Becker bei Föhr, fast ebenviel. *Bischof fand im Kanale kohlens. Kalk 0,74, kohlens. Magn. 0,21. Vgl. S. 384.

Strontian fand Forchhammer im Meer-W., im Kesselstein, in der Asche der Tange.

Baryum ist nach ihm in verhältnissmässig grosser Menge in den Meerpflanzen, in geringerer Menge in den Kalkabsonderungen der Meerthiere vorhanden. Vgl. S. 357.

Ueber Arsen u. Antimon s. S. 306.

Thonerde wurde von Forchhammer nachgewiesen.

Eisen lässt sich leicht im Meer-W. nachweisen; in den Aschen der Meerpflanzen u. den Kalkaussonderungen der Meeresthiere ist es vorhanden.

Mangan fand Forchhammer in Zostera marina; weniger in den Meeresthieren u. deren Kalkabsonderungen. Beyer fand Spuren im See-W. selbst.

Silber fanden Malagutti u. Forchhammer in Meeresthieren.

Kupfer ist in den Kalkabsonderungen der Seethiere u. in der Asche der Meerpflanzen leicht zu finden.

Blei kommt nach Forchhammer in bedeutend grösserer Menge vor als Kupfer.

Zink fand Forchhammer in Zostera marina u. Fucus vesiculosus.

Kobalt lässt sich nach Demselben in der Asche der Meerpflanzen mit Sicherheit nachweisen; auch Nickel wird angedeutet.

Sulfüre, Schwefelwasserstoff. Der Schwefelgehalt des Meerwassers macht sich häufig an den Küsten bemerklich. (Cf. S. 235 Anm.) So ist z. B. an gewissen Küsten von Afrika so viel *HS* vorhanden, dass der Kupferbeschlag der Schiffe davon angefressen wird (Daniell). Lewy fand 2,5—3,5 Z.T. Vol. *HS* im Meereswasser an den Küsten, in stehendem Seewasser, worin Muschelthiere lebten, gar 14,9—74,3 Z.T. Vol. an Ammoniak

*) Das W. ausserhalb der Korallenriffe ist viel kalkhaltiger als nahe bei oder im Riffe; z. B. fand Forchhammer im freien Meere zwischen St. Thomas u. St. Croix 2,89 Kalk auf 100 Chlor; in nächster Nähe des Riffes 2,61 u. innerhalb des Riffes 2,119; in einiger Entfernung vom Boraborariff 3,5, knapp vor ihm 3,13, im Hafen, der durch das Riff gebildet wird 3,03; ausserhalb Motuiti 3,06, in den Lagunen selbst 2,94.

gebunden, also eine sehr erhebliche Menge. Zu Caën betrug der *HS* (Sulfhydrat des Ammoniaks) fast immer 3—3,2 Z.T. Vol.. (Compt. rend. XXIII, 620.) Der *HS* soll nach Marchand zum Theil die Ursache sein, dass sich keine Nitrate im Meere vorfinden u. das aus letztern hervorgehende Ammoniak wieder als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia gefällt werde.

Luft des Meer-W. im Kanal nach Lewy:

N	115,67
O	58,45
CO^2	31,22
HS	3.02 Z.T. Vol..

Morren wollte 3,3—5 % Luft gefunden haben. Auf der Rhede von Algier enthielt nach Aimé das Meer-W. entweder gar keine Luft oder nur eine äusserst geringe Menge, namentlich das aus grossen Tiefen geschöpfte; das von 65 M. Tiefe ergab 100—200 Z.T. Vol.. Nach Hayes enthält das Meer-W. an der Oberfläche mehr *O* als 100—200′ tiefer. Nach andern Versuchen wächst aber der Luftgehalt mit der Tiefe. Wie Lewy fand, wechselt die Menge der Luft mit der Tageszeit. Der Gehalt des Meer-W. an freier CO^2 ist meist sehr gering.

Ueber die organischen Bestandtheile s. S. 494.

13) Concentration des Meerwassers. Dampft man Meerwasser ein, so schlägt sich zuerst etwas Eisenoxyd, dann kohlens. Kalk u. Gyps nieder. Ist es bis auf etwa $^1/_{10}$ seines Gewichts eingedampft, dann beginnt auch Chlornatrium mit etwas Chlormagnium u. schwefels. Magnesia auszuscheiden. Hat die Concentration $^{39}/_{1000}$ Volumen erreicht, so ist der grösste Theil des Kochsalzes mit dem Gyps, sehr viel Chlormagnium u. schwefels. Magn. u. auch schon Bromnatrium abgeschieden. Bei der weitern Concentration scheidet sich noch immer Kochsalz aus, aber immer weniger. Gleichwohl ist die grösste Menge des Ausgeschiedenen immerhin Kochsalz, begleitet von schwefels. Magn. u. Chlormagnium. Am allerlängsten hält Bromnatrium in Lösung. Vgl. S. 573.

Die grossen Ablagerungen von Kochsalz sind ohne Zweifel Ablagerungen aus Ur-Meeren. Es hat sich das Kochsalz meistens sehr rein abgelagert, fast ohne Imprägnation von leichter löslichen Salzen. Am häufigsten ist es noch mit Gyps vermengt, u. vom Gyps ummäntelt. Die leicht löslichern Salze sind also im W. zurückgeblieben u. sind entweder durch eine spätere Fluth mit dem W. fortgespült worden oder sie sind an der Oberfläche des Kochsalz-Lagers eingedampft u. müssen sich dann noch vorfinden. Beim Steinsalzwerk Stassfurth bei Magdeburg hat man diese löslichern Salze nun auch noch aufgefunden. Das dortige Steinsalz ist nicht blos von Anhydrit oder Gyps begleitet, sondern, wie Reichhardt (1860) fand, mit lauter bittern Salzen bedeckt u. zwar sind dies folgende Salze:

Karnallit = K Cl, 2 MgCl + 12 HO, wobei ein Theil des K Cl aber durch Na Cl ersetzt ist.

Tachhydrit = CaCl, 2 MgCl + 12 HO.

Kieserit = MgO, SO^3 + 3 HO (schwerlöslich) u. Mg(O ?), SO^3 + HO.

Als ähnliche Ablagerungen aus concentrirten Salzlaugen sind auch die Polyhalite von Hallstadt, Ebensee, Aussee, Hallein, Vic in Lothringen anzusehen, die alle der Formel KO, SO^3 + MgO, SO^3 + 2(CaO, SO^3 + HO) entsprechen.

Laugt man die bittern Salze an Ort u. Stelle aus oder nimmt vielmehr die gesättigte Lauge, die sich dort durch angesammeltes W. gebildet hat, so hat man nach Reichardt ein M.W. von folgender Mischung vor sich (in 10000):

Brommagnium	58	Chlormagnium	2437
Chlorkalium	43	Schwefels. Magnesia	3
„ natrium	369	„ Kalk	152.

Aehnliche an Chlormagnium u. andern leicht löslichen Salzen reiche Laugen müssen sich bilden, wenn Meerwasser eingedampft oder der spontanen Verdunstung überlassen wird.

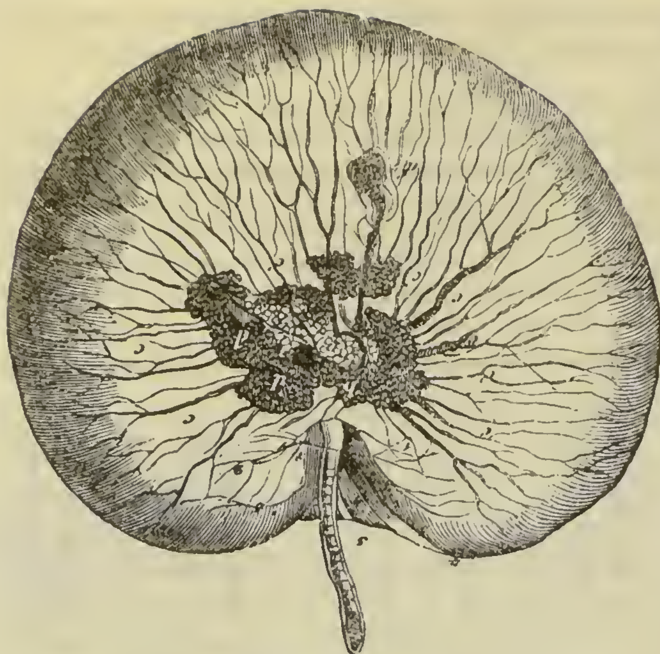
Das Meerwasser hat folgende Mischung nach einer von Usiglio am Wasser bei Cette (etwa 1000 Meter vom Ufer in 1 Meter Tiefe geschöpft) gemachten Analyse (I), wogegen das (spontan?) condensirte Meerwasser, bei 1210 spez. Gew. (II), bei 1261 spez. Gew. (III), bei 1320 spez. Gew. (IV) mit der Concentration immer reicher an leicht löslichen Salzen wurde. Ich verbinde mit dieser Aufstellung, eine von Pohl ausgeführte Analyse (V) der Mutterlauge der See-Saline bei Pirano (Akad. d. Wiss. zu Wien XXII. Leonhard's Jahrb. 1857) u. (VI) die Analyse der Mutterlauge des Meerwassers nach Faber, Dumas u. Pelouze.

*In 10000 Gewicht:	I Meerwasser.	II Concentrirtes Meerwasser.	III Mehr concentrirtes.	IV Noch mehr concentrirt. Meer-W.	V *Mutterlauge des Meerwassers.	VI *Mutterlauge des Meerwassers.
Brommagnium	4,97	38,6	101.1	138,	501,2	20,9
Chlornatrium	297,4	2248,8	1751,6	1300,2	513,	2108,
„ magnium	32,84	250,2	843,	1568,7	1570,4	86,4
Schwefels. Magn.	20,71	154,6	506,6	666,5	222,8	477,4
„ Kali	5,9	47,3	169,4	291,8	363,3	484,3
„ Kalk	13,57	17,1			,1	
Kohlens. Kalk	1,14[1]				Thonerde ,8	
Fester Gehalt	377,	2757	3375	3965	3170,	3177.

[1]) Noch etwas Eisen.

Man sieht aus der Vergleichung von IV u. V, dass bei einem gleichen Gehalte an Chlormagnium die übrigen Salze der Mutterlauge sehr variiren können. Es hängt dies offenbar von einer verschiedenen Methode der Concentrirung ab. Der Wärmegrad, wobei man die erkaltete Flüssigkeit dem Auskrystallisiren überlässt, hat viel Einfluss auf die Mischung. Jenseits des spez. Gew. von 1320 hängt nach Usiglio die Natur der ausscheidenden Salze vom Temperaturwechsel zwischen Tag u. Nacht ab: was sich während der Kühle der Nacht abgesetzt hat, löst sich mit steigender Tageswärme wieder auf. Es setzte sich in der ersten Nacht fast reines Bittersalz ab, am folgenden Tage Chlornatrium mit Bittersalz, zuweilen mit K Cl, in der Nacht wieder ziemlich reines Bittersalz, am nächsten Tage wieder Bitter- u. Kochsalz, Chlor- u. Brom-Magnium u. wasserhaltige schwefels. Kali-Talkerde, in der Nacht K Cl, 2 MgCl + 12 HO, oft mit jenem Doppelsulfat gemengt, später bei starker Temperatur-Erniedrigung auch noch Bittersalz.

14) Leuchten des Meeres. Eine grosse Zahl sehr verschiedener im Meere lebender Wesen, zu den Infusorien, Räderthierchen, Polypen, Medusen, Anneliden u. Crustaceen gehörend, hat die Eigenschaft im Dunkeln zu leuchten. Man weiss von mehr als 100 solcher Thierarten, dass sie phosphoresciren. Bei Travemünde fanden sich folgende leuchtende Thiere: Gammarus pulex, Nereis noctiluca, Synchaita baltica, Peridinium tripos u. furca. Zu Neapel wird nach Ehrenberg das Meeresleuchten vorzüglich durch Peridinium splendor maris, einem Thierchen von $^1/_{96}$—$^1/_{40}$ Lin. Durchmesser bewirkt. Spix u. Martius (Reise in Brasilien 1823) beschreiben die Noctiluca miliaris (welche neben Medusen, Polypiferen, Rotiferen u.


Noctiluca vergrössert.

andern Infusorien auch in den britischen Meeren Ursache des allgemeinen Leuchtens ist) als blasige, sich bald verlängernde, bald rundende Körperchen von der Grösse eines Mohnsamens, deren jedes am Scheitel eine kleine nabelförmige mit 6—9 zarten Fäden besetzte Oeffnung hat. Diese Fäden flottiren im innern Blasenraume. Im Innern der Bläschen sah man zuweilen viele sehr kleine dunklere Punkte auf der einen Seite zusammengedrängt. Nach Pring (Obs. on the noct. mil. 1849) ist die Noctiluca etwa $^1/_{1000}$ Zoll gross u. secernirt sie einen leuchtenden Schleim. *O*, wie auch CO^2, vermehrte das Licht vorübergehend, *N* wirkte wie atmosphärische Luft. *HS* oder Süss-W. vernichtete mit dem Leben des Thierchens auch die Phosphorescenz. Die Oberfläche des Norderneyer Badereservoirs phosphorescirte nach Gräfe nur gleich beim ersten Zutritt der atmosphärischen Luft. Es scheint sogar eine eigene Luftbeschaffenheit dazu nöthig zu sein, dass dies Phänomen deutlich hervortritt. Es kommt besonders häufig bei schwülem Wetter vor u. wird von NNO-Winden begünstigt. Das See-W. des abgeschlossenen Norderneyer Badereservoires u. die zu Hause aufbewahrten Medusen gaben keinen Lichtschein, wenn das offene Meer finster blieb, phosphorescirten aber in der Regel, wenn die brechenden Wellen rund um die Insel Funken sprühten. (Cf. Gräfe Gasqu. 465—475.) „Oftmals habe ich mich überzeugt“ sagt Landerer, „dass je heiterer die Tage sind, je kräftiger der Sonnenschein, je ruhiger das Meer u. je tiefer die Stellen, desto lebhafter auch das Licht, welches sich aber nur durch eine Bewegung des W. zeigt.... Ich konnte nie an den Medusen, welche ich zu Hause hatte, zur Nachtzeit ein Leuchten bemerken. Es leuchtet das Meer am stärksten in Triest in der Nähe des Marktes, noch mehr in den Lagunen Venedigs u. am stärksten am Fischmarkte daselbst.“

Es gibt wahrscheinlich auch ein Leuchten des Meeres, das von faulenden organischen Substanzen abzuleiten ist, die sich nicht durchs Filtrum, wie die leuchtenden Thierchen, aus dem W. abscheiden lassen.

Folgende Beschreibung des Leuchtens der Ostsee ist von Boll (Archiv des Ver. der Ntrgsch. in Meckl. I. H. 1847 S. 51—56) entnommen.

„Wenn das W. vollkommen ruhig ist, erblickt man nur in derjenigen Jahreszeit, welche der Hervorbringung dieser Erscheinung am günstigsten ist, in den dunkelsten Nächten, wenn man die Augen dem Wasserspiegel möglichst nähert, im W. einzelne, schwachleuchtende Punkte; diese tauchen plötzlich aus der Dunkelheit hervor, flimmern einige Sekunden u. verlöschen. Wird aber das W. bewegt, so erscheint augenblicklich das helle Leuchten, dessen Stärke u. Schönheit nach verschiedenen Verhältnissen wechselt. Im geringsten Grade erscheinen im W. einzelne, schwachleuchtende Punkte, die jeder nicht aufmerksamen Beobachtung entgehen. Unter günstigeren Verhältnissen zeigt sich ein allgemeiner bleicher Schein, in welchem sich jedoch bald bei näherer Betrachtung eine Menge kleiner leuchtender Punkte deutlich unterscheiden lassen. Endlich zeigt sich das Phänomen in seinem vollen Glanze, wie ein allgemein im W. verbreitetes Licht, mit lebhaftem u. wunderbarem Farbenwechsel von Blau u. Orange, u. gewährt ein herrliches Schauspiel, dessen stets wechselnde Erscheinung die Aufmerksamkeit des Beobachters unwiderstehlich fesselt. Alle Vergleichungen mit elektrischen Phänomenen, mit Metall in glühendem Fluss, passen schlecht auf diese Erscheinung. Denn ungeachtet der

Helle des Lichts, hat es doch eine unendlich schwach erleuchtende Kraft. Die nächsten Gegenstände bleiben fast völlig dunkel, u. kaum wird ein menschliches Gesicht, bei der grössten Annäherung, bis zur Kenntlichkeit erleuchtet. Der magische Effekt, den dies hervorbringt, lässt sich durch Worte nicht beschreiben; aber auf das lebhafteste empfunden wird er von jedem, der ihn zuerst beobachtet. Erleuchtet dies Licht nun auch fast gar nicht, so ist es doch ein Mittel, alle im W. schwimmende Gegenstände zu erkennen; ruhen sie in demselben so zeichnen sie sich durch ihre Dunkelheit vor der leuchtenden Masse aus; bewegen sie sich aber, so erscheinen sie mit einer leuchtenden Atmosphäre umgeben, durch welche ihre Oberfläche so erhellt ist, dass sie in ihren feinsten Theilen sichtbar werden."

„Am bekanntesten ist das Leuchten des Kielwassers, der am Schiffe sich brechenden Wellen, des Ruderschlages. Der ganze Bauch eines segelnden Schiffes erscheint unter dem W. erleuchtet — ein langer glänzender Schweif bezeichnet den Lauf desselben, u. vor u. neben dem Schiffe plätschern die schimmernden Wellen in die Höhe. Wirft eine höhere Welle das W. ins Schiff, so zerstiebt es funkensprühend auf den Brettern. Bei Lustfahrten auf dem W. spielt die ganze Gesellschaft mit Händen oder Stöcken im W., u. Alt u. Jung wird nicht müde, durch Plätschern u. Schlagen dem feuchten Element sein Licht zu entlocken. Ein ganz besonderes Vergnügen gewährt das nächtliche Bad in diesem Feuermeer. Der ganze Körper des Schwimmenden erscheint glänzend, u. funkentriefend taucht er aus der Tiefe hervor: selbst dem W. entstiegen leuchtet sein Körper, wenn er ihn reibt. — Doch auch noch unter anderen Formen zeigt sich das Phänomen. Die ersten grossen Tropfen eines Gewitterregens bei windstillem Wetter, lassen plötzlich Tausende von kleinen, blassen Flämmchen auf der Wasserfläche erscheinen, gleich Irrlichtern. Darnach verbreitet sich über die ganze Fläche ein milchfarbener Schein, welcher erst verschwindet, wenn das Regenwasser vollkommen mit dem Salzwasser gemischt ist. Trifft nach Windstille plötzlich ein Luftzug das W., so erscheint jede Welle in bunten Farben hell erleuchtet; steigert sich aber der Wind, u. erheben sich die Wellen höher, so erscheint ihr Haupt anfangs mit schneeweisser Krone, später aber, wenn der Sturm anhält, verschwindet die ganze Erscheinung."

„Schwache Spuren dieses Phänomens zeigen sich bei aufmerksamer Beobachtung das ganze Jahr hindurch. Aber am stärksten leuchtet das W. der Ostsee im Herbst, vorzüglich gegen das Ende des Septembers, u. den ganzen Oktober hindurch, wenn sich die Weststürme nicht zu zeitig einstellen. Treten diese ein, was gewöhnlich zu Ende Oktobers oder Anfangs November geschieht, so nimmt die Stärke des Leuchtens plötzlich ab, u. das W. verliert seinen hellen Glanz; indess bleiben doch die Ruderschläge wohl noch auf 50 Schritte erkennbar, während sie früher wohl Tausende von Schritten wie ein schwacher, weisser Schimmer, tacktförmig schärfern Augen sichtbar waren. Der erste Frost äussert weniger Einfluss, erkaltet aber das W. in dem Grade, dass es sich des Nachts mit Eis belegt, so hört das Leuchten fast gänzlich auf. Wie es sich unter dem Eise verhält, ist noch nicht ermittelt; aber so wie das W. von demselben frei wird, bemerkt man nach oft langem Suchen, hin u. wieder ein vereinzeltes helles Pünktchen im stark bewegten W. . Erst im Junius oder Julius werden diese Pünktchen häufiger; der August zeigt sie schon in zusammenschliessender Menge, u. in den folgenden Monaten endlich erreicht die Erscheinung ihren vollen Glanz. — Von nicht minderem Einfluss als die Jahreszeit, ist auch das Wetter. Stille, warme Herbstnächte, nach sonnenhellen, ruhigen Tagen, scheinen die günstigsten Verhältnisse zu sein. Südliche Winde, besonders der SW., sollen nach Aussage der Schiffer starkes Leuchten erwarten lassen. Demselben ungünstig sind: starker Wind, der das W. durch Wellenschlag u. vermehrte Strömung stark durcheinander mischt, starker anhaltender Regen, u. ein höherer Kältegrad. Im Allgemeinen tritt das Phänomen in solchen Jahren am schönsten hervor, die sich durch warmes, trockenes u. heiteres Wetter vor anderen auszeichnen; in schlechten Sommern kommt es zumeist nur zu sehr unvollkommener Ausbildung. — Auch der Lokalität nach ist die Erscheinung verschieden. Während sie im Kieler Hafen sehr anhaltend u. regelmässig stattfindet, so dass während mehrerer Monate selbst kein Laie in der Beobachtung sie übersehen kann, ist sie in der offenen See weit seltener: hier betrachten sie die Schiffer als eine nicht häufige Ausnahme, u. wollen sie überall nur im spätesten Herbste, u. unter ganz besonders

günstigen Verhältnissen beobachtet haben. — Endlich ist es auffallend, wie viel stärker bei ruhigem Wetter die Oberfläche leuchtet als die Tiefe; dies scheint von einer Schleimschicht herzurühren, welche die Fläche des ruhigen W. einige Linien dicht bedeckt. Dass die grössere oder geringere Dunkelheit der Nacht auf den Glanz der Erscheinung den wesentlichsten Einfluss hat, braucht wohl kaum noch hinzugefügt zu werden."

„Dass organische Wesen dies Licht erzeugen, ist in neuerer Zeit allgemein anerkannt; während aber in den tropischen Meeren, wo sich diese Erscheinung mit noch viel grösserer Pracht entfaltet, auch grössere Thiere, als Zoophyten, Mollusken, Crustaceen u. Fische an demselben Antheil haben, scheinen in der Ostsee nur allgemein die sogenannten Infusorien (namentlich die zu den Diatomeen gehörige Dictyocha Speculum Ehr.) dieselbe hervorzubringen."

Vgl. Michaelis Leuchten der Ostsee, 1830, Ehrenberg Ueb. d. Leuchten des Meeres, 1835, Berghaus Länder- u. Völkerkunde I, 433—435, Valentin's Rep. 1837. 42, Will Horae Tergestinae 1844, 57, Grävell's Notiz. 1850.

Ueber die Bestandtheile der Seeluft s. einen spätern §.

§. 239. Conservation der Mineralwässer. Füllung und Versendung der Mineralwässer.

Wir haben die Veränderungen, welche viele M.W. unter dem Einflusse der Luft erleiden, kennen gelernt. Dieser Einfluss ist einerseits in der Verflüchtigung gewisser Stoffe (besonders CO^2 u. HS), andererseits in der Oxydation mehrerer Bestandtheile (Schwefel-Verbindungen, Eisenoxydul etc.) begründet; dazu kommen noch andere mehr zufällige Ursachen der Umänderung (Pflanzen u. Thiere). Schon an der Quelle beginnt die Sorge für die Integrität des M.Wassers. Bei der Fassung desselben sind die Tagewässer (auch Regen) u. schwächere M.W. abzuhalten. In der Physik wird die Vermehrung des Gehaltes eines W. durch die Herstellung eines passenden hydrostatischen Gegendrucks besprochen werden. Die Verunreinigung durch Thiere ist durch Gitterwerke, das Hineinfallen verschiedener Gegenstände (Blätter, Thiere, Krüge) durch geeignete Vorrichtungen zu verhüten. Im Allgemeinen ist eine Bedeckung der Qu. zur Conservation sehr zweckmässig; man liebt es aber, besonders bei Sauerwässern, die Qu. offen zu lassen. Das Eintauchen der Gefässe ist der Reinlichkeit wegen nur den mit dem Füllungsgeschäfte Betrauten zu erlauben. Das massenhafte Hineinbringen von Krügen wird meist nachtheilig auf die Beschaffenheit des W. wirken. Cf. S. 415. Auch zu tiefes Ausschöpfen des Brunnens kann nachtheilig auf die chemische Beschaffenheit des W. einwirken. Brunnen, in denen sich Eisenoxydhydrat oder organische oder mineralische Absätze bilden, müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden. Dies versteht sich auch für andere Brunnen, in die fremdartige Sachen hineingerathen.

Hat man die Wahl, so nimmt man das M.W. zu den Zeiten aus der Qu., wenn es nicht durch Zutritt von Meteor-Wasser oder sonstwie anormal verdünnt ist. Selbst die Grösse des Luftdruckes u. die Lufttemperatur, sowie die Besonnung des Brunnens, sind von Einfluss. Cf. §. 60. Bei niedrigem Barometerstande u. Gewitterluft entweicht gewöhnlich mehr Gas aus den Wässern, namentlich den Säuerlingen; je mehr Gas entweicht, desto weniger bleibt im W. zurück. Die Meinung, dass man zur Gewitterszeit nicht die Sauer-W. füllen dürfe, weil sonst die Krüge sprängen, beruht auf

irrthümlicher Folgerung, die von einem stärkern Entwickeln des Gases auf einen übermässigen Gasgehalt schliesst. Die Barometerschwankungen betragen in unsern Gegenden oft mehr als $^1/_{32}$, also kann das im W. zurückbleibende Gas je nach der Witterung schon merklich verschieden ausfallen.

Das Entnehmen des W. von der Qu. kann durch Zugkraft oder Druckkraft mittels Pumpen, durch Schöpfen oder durch Abfliessenlassen geschehen. Die Pumpen schützen das W. vor Zutritt der Luft, bringen es aber gewöhnlich mit andern chemisch einwirkenden Stoffen in Berührung. Ihre mechanische Wirkung, die auch die Trübung des W. besser als das Schöpfen verhütet, wird in der Physik der Wässer zu besprechen sein. Das Abfliessenlassen erfordert die Vorsicht, dass man das W. nicht an der Oberfläche abfliessen lasse, sondern in einiger Tiefe, wo es gasreicher u. noch nicht vom Einflusse der Luft verändert ist. Cf. S. 116. Auch für das Schöpfen gilt dieselbe Regel. Ueber das Füllen der Trinkgläser ist nur Weniges zu bemerken. Thilenius hielt bauchige, sich oben etwas verengende Gläser für die besten, um das Gas zu conserviren. Man thut gut die Gläser nicht zu hoch anzufüllen oder Deckelgläser zu wählen. Die gewöhnliche Weise zu schöpfen bringt die in den Gefässen enthaltene atmosphärische Luft in vielfache Berührung mit dem Quellwasser. Um dieses zu vermeiden, hat man Gefässe mit zusammenlegbaren Wänden ersonnen. Eine Abbildung eines solchen findet man in Henry's Analyse des eaux.*) Debosque u. Francois stellten ein solches aus Kautschouk her. Um kleinere zur Analyse bestimmte Mengen M.W. aufzufassen, dient ein doppelt tubulirtes Glas, wie es schon vor mehr als einem Jahrhunderte empfohlen wurde (Lucas On waters. Spa p. 148), ein Stechheber oder irgend eine Saugvorrichtung. In den Handbüchern über die Analyse der M.W. findet man Abbildungen zu Apparaten, um das W. aus einer beliebigen Tiefe zu schöpfen.

Sehr wichtig für manche W. ist das Verhindern auch des geringsten Zutrittes von Sauerstoff. Es geschieht dies dadurch, dass man das zu füllende Gefäss vor dem Einsenken (nach vorläufiger Füllung mit dem M.W.) mit den sauerstofffreien Quellgasen oder mit CO^2 anfüllt u. erst dann unter den Wasserspiegel bringt u. auch den zur Eintreibung des Stopfens nöthigen Raum durch das Einlassen von CO^2 schafft. Cf. §. 159 u. S. 415 u. ff. Die zum Füllen gebrauchten Krüge sind öfters nicht recht durchgebrannt oder haben Risse, Blasen, Flecken oder sonstige Beschädigungen oder enthalten Salzsedimente, Strohhalme oder andere organische Stoffe, die eine Zersetzung des W. veranlassen. Besehen derselben (bei Sonnenlicht für das Innere), Ausspülen, vorläufiges Stehenlassen der gefüllten Krüge, Ausrangiren etc. schützen vor diesen üblen Zufälligkeiten.**) Das Material der Krüge ist vorzugsweise

*) Ueber Schöpfen u. Einfüllen s. auch Henry in Acad. de Méd. XVII, Sigmund in Oesterr. med. Jahrb. XVII, 1838. O. H. With in Deutsch. Klin. 1854, No. 13—16. Ueber die ehemals in Deutschland beim Schöpfen u. Versenden beobachteten Vorsichtsmaassregeln vgl. auch Dierbach in Hufeland's Journ. 73. B., St. 3; über die Versendung der M.W. Gräfe in Journ. f. Chir. XXIV, 38, Göschen in Deutsch. Klin. 1853.

**) Ueber die durch contraktliche Strafen wirksame Controlle der Emser Krugbäcker s. Spengler in Balneol. Ztg. XI.

kieselsaure Thonerde. Der nassauer Thon, woraus so viele M.W.-Krüge gemacht werden, oder vielmehr die Masse eines Selterskruges enthielt nach Syders: Kiesels. 64 %, Thonerde 29 %, ausserdem noch Eisenoxydul 1,3, Kali 3,4, Natron 0,63, Magnesia 0,645, Kalk 0,068. Der Eberharder Thon besteht nach Fresenius nach Abzug des Sandes u. des Kieselsäurehydrats (1,3 %) aus: Kiesels. 56,48, Thonerde 30,36, Eisenoxyd 2,14, Kalk 1,34, Magnesia 1,08, Kali 0,36, W. 8,24. Die Krüge sind im Innern glasirt. Es wäre wissenswerth, ob nicht gewisse M.W. im Stande sind, die Thonmasse u. die Glasur anzugreifen. Thonerdesilicate werden ja durch Chlorcalcium, Chlormagnium, schwefels. Kalk, schwefels. Magnesia zersetzt u. *HS* zersetzt Blei-Silicat. In den Steinkruken von Vichy fand man jedoch kein Blei; der glasirte Thon, namentlich ihr Schmelz wurde nicht von *HS* gebräunt. (Compt. rend. XVI, 118.) Ueber das Verstopfen, Verpichen u. Verkapseln wird im §. über künstliche M.W. das Nöthige beigebracht. Ich bemerke nur noch, dass man die zu Eisenwässern gebrauchten Stopfen früher gewöhnlich in einer Lösung von Eisenvitriol zur Entfernung u. Neutralisation des Gerbstoffes auslaugte.

Die Füllung der M.W. auf Flaschen statt der Krüge hat viel mehr Vorzüge als Nachtheile, was keiner weitern Erörterung bedarf.

Es bleibt uns noch die Einwirkung des Lichtes auf die Constitution des W. zu erörtern. Die Farbe der Flasche ist vielleicht nicht ohne Einfluss auf die Bildung organischer Formen; wenigstens soll nach Dobrowski das Entstehen der grünen Materie in gelben Flaschen verhindert werden. Crève bemerkte, dass sich Schwefelwasser in undurchsichtigen Flaschen besser als in durchsichtigen erhalte. Cf. S. 253.

Neulichst hat Lefort (Annal. d'hydrol. IX) Versuche über den Einfluss des Lichtes angestellt. Die Zersetzung des Spa-W. wurde in 14 Tagen nicht durch das Tages- u. Sonnenlicht beschleunigt. Auch verloren die Schwefel-Natrium-W. (Barèges, Labassère, Cauterets, Bonnes) in 10 bis 14 Tagen dem Tages- u. Sonnenlichte ausgesetzt keinen Schwefel. Auch künstliche Lösungen von Schwefelnatrium oder von *HS* zersetzen sich durchs Licht nicht. Anders verhält es sich aber mit dem Schwefel-Calcium-W. von Enghien, welches 12 Tage dem Lichte ausgesetzt, allen Schwefel verliert u. dabei etwas trübe wird, wie Lefort vermuthet, durch eine Zersetzung des *HS* in *S* u. *H*. *)

§. 240. Schutz der Mineralwässer beim Erwärmen.

W., welche Gase, namentlich CO^2 u. *HS*, oder durch die Luft zersetzbare Verbindungen (Eisenoxydul, Schwefelmetalle) enthalten dürfen weder beim Abkühlen noch beim Erwärmen dem Einflusse der Luft ausgesetzt

*) In theoretischer Hinsicht ist noch die Zersetzung der M.W. durch Elektricität merkwürdig. Es war eben auch das W. von Enghien, welches Leconte (1853) der Wirkung von 30 galvanischen Elementen aussetzte. Er bemerkte, dass schon nach 10 Minuten der grösste Theil des Schwefels verschwunden war (?), dass aber das W. wohl 14 Tage seinen Geruch behielt. Am positiven Pole bildeten sich Hyposulfite, am negativen setzte sich kohlens. Kalk ab.

werden. Kalte Schwefel- oder Eisen-W. müssen also in verschlossenen Röhren durch Dämpfe oder warmes W. von aussen erwärmt werden. Cf. §. 158. Die Erhitzung soll nur den nöthigen Grad erreichen. Besser als die Einleitung von W.-Dampf in das zu erwärmende W. ist die Erwärmung des Bodens u. der Wände der Badewanne u. somit auch des darin befindlichen M.Wassers durch Dampf. So werden die M.W. von Salzschlirf u. Schwalbach erwärmt in Wannen mit Doppelböden, worin Dampf circuliren kann. Das durch Dampf erwärmte W. von Schwalbach soll in einem Versuche noch 63 % seiner ursprünglichen CO^2 behalten (wobei aber wohl die zweit-atomige auch in Rechnung gekommen sein wird) u. es zeigte noch 61 % seines normalen Eisengehaltes an. Um die zweckmässigste Methode zu finden, ein Sauer-W. zu erwärmen, stellte *F. Hoffmann Versuche an mit dem Homburger Sauerwasser. Er wärmte das M.W. in verschiedener Weise in grossen Quantitäten u. untersuchte dann (durch Erhitzen) den Gehalt des (wenigstens bis zu 30^0) erwärmten u. dann 10 Min. lang bis zur Abkühlung auf 12^{0}5 (in einer kleinen Flasche) gestandenen W. an Kohlensäure. Es wurde 1) das M.W. über freiem Feuer bis 50^0 erhitzt, 2) M.W. durch Zugiessen von kochendem süssem W. auf 30^0 erwärmt, 3) M.W. auf 30^0 durch Einleiten von Dämpfen durch eine Brause auf 30^0 erwärmt, 4) in einer Wanne, die einen Mantel hatte, in dessen Zwischenraum Dampf eingelassen wurde, eben stark erwärmt, 5) M.W. in gleicher Weise aber bis 66^0 unter beständiger Einleitung von Kohlensäure erwärmt, 6) wie bei 5) behandelt, aber nur bis 49^0 erwärmt, 7) ebenso behandelt, doch liess man die Temperatur nur bis 30^0 steigen; endlich wurde 8) das W. des Soolsprudels (zu den vorigen Versuchen war Kaiserbrunnen gewählt worden) wie bei 7) behandelt. Bei diesen Erwärmungsmethoden hielt nun das W. von 6) unter $^1/_5$ Vol. CO^2, bei 2) u. 3) etwa $^1/_4$, bei 4) 5) u. 6) über $^1/_3$, bei 7) fast die Hälfte, $^{10}/_{21}$, bei 8) sogar $^{328}/_{630}$, also über die Hälfte CO^2. Die bei 7) u. 8) befolgte Erwärmungsmethode, wobei das W. noch klar blieb, ist also die vorzüglichste. Auf dem freien Feuer werden gewisse Parthien des W. zu stark erhitzt; das Zugiessen von W. (abgesehen von der Verdünnung, die dadurch entsteht) u. das Einleiten von Dämpfen machen zu viel Bewegung u. entbinden darum zu viel Gas. Die Dämpfe erzeugen dazu noch Blasen, wohinein die CO^2 zu diffundiren geneigt ist, u. die so entwickelte CO^2 entweicht dann. Die vorstehenden Versuche haben aber nur strenge Gültigkeit für derartige W. wie Homburg, worin viel Kalkbicarbonat ist u. welches viel CO^2 als 2. Atom halbgebunden enthält.

In der Physik der natürlichen W. kommen wir auf die Methode des Erwärmens zurück.

Noch möchte es von Interesse sein, zu wissen, dass auch die Hitze ohne Verlust gewisser Stoffe zersetzend auf ein M.W. wirken kann. Roussin schmolz Röhren mit W. der Qu. von Pougues, Püllna, Bourbonne, Balaruc, Vichy hermetisch zu u. hielt sie einige Zeit in kochendem W.; es bildeten sich in den Röhren Absätze, die sich beim Erkalten selbst durch langes Schütteln nicht wieder auflösten. Eine Wiederholung dieser Versuche mit absolutem Ausschluss der atmosphärischen Luft wäre sehr wünschenswerth.

§. 241. Concentration der Mineralwässer durch Kälte.

Bisheran haben wir von dem natürlichen Zustande der M.W. gesprochen, es kommen aber auch häufig nur Theile derselben in Anwendung. Entweder wird dann vor der Anwendung ein Theil des darin vorhandenen W. entfernt durch Gefrierkälte oder durch Verdampfung bei gewöhnlicher Temperatur (z. B. Gradiren) oder mittels künstlicher Wärme, oder das W. wird durch die Hitze ganz oder fast ganz entfernt, oder es werden die Gase u. schwerlöslichen Salze abgeschieden, oder es wird, wie bei der Bereitung der Mutterlaugen, das Verhältniss der leichtlöslichen Salze zu den schwerlöslichen zu Gunsten der erstern geändert. Häufig werden sogar nur die Gase oder der W.-Dampf sammt den Stoffen, welche zugleich mit dem W. verdampfen, in Anwendung gezogen. Oft werden die M.W. auch mit Gasen, Salzen, mit Schlamm u. Moor oder durch andere Zusätze zum äusserlichen oder innerlichen Gebrauche verändert. Alle diese Zubereitungsweisen der M.W. werden in den nächstfolgenden §§. abgehandelt werden.

In zweierlei Art lässt sich nun das Wasser von den darin gelösten Salzen trennen, indem man es entweder durch Hitze verflüchtigt oder durch Kälte zu Eis erstarren macht. Beim Gefrieren lässt das W., wie bekannt ist, fast allen Salzgehalt fahren. Wäscht man das Eis vom anhängenden W. ab u. lässt es wieder gefrieren u. wiederholt dies nochmal, so gibt das Eis, wenn es schmilzt, ein W., das fast so rein wie destillirtes W. ist, worin die empfindlichsten Reagentien keine Reaktion mehr zeigen. G. Bizio Osserv. sopra il congelamento dell' acqua ed esperienze sopra la conseguente sua depurazione; 1842. Robinet hat später ähnliche Versuche mit dem W. von See'n, Flüssen u. vom Meere angestellt u. jüngst hat O. Henry Versuche gemacht, durch Gefrierenlassen die M.W. in eine concentrirte Form zu bringen. Er bewirkte dies mit dem Carré'schen Apparate u. machte seine Versuche an etwa 40 Wässern. Gefriert ein M.W. theilweise, so sondert sich das reine W. als Eis ab u. das Eis enthält nur wenig M.W. mechanisch eingeschlossen. So lassen sich $^{7}/_{8}$—$^{9}/_{10}$, ja wohl $^{14}/_{15}$—$^{19}/_{20}$ des W. als Eis entfernen; das nicht gefrorene W. enthält dann die Salze in concentrirterem Zustande, namentlich Eisen u. Schwefelalkali, wie Henry sich durchs Titriren überzeugte. Das Bicarbonat wird dabei nicht zu einfachem Carbonate umgewandelt. Durch Verdünnen des concentrirten Wassers mit reinem W. lässt sich dann das natürliche Verhältniss wieder herstellen. *De la concentration des eaux minér. par voie de congélation. (Extr. de la Gaz. méd. de Par. 1863.) Wenn Henry, ohne Versuche darüber anzuführen, sagt, das M.W. behalte auch seine Gase, so ist dies doch wenigstens in Bezug auf die CO^2 nicht möglich, wenn man ein gasreiches Sauer-W. gefrieren lässt. $^{1}/_{8}$ Volumen W. kann nicht so viel CO^2 absorbirt halten als 1 Volumen W. Wenn zwar die Abkühlung auf fast 0⁰ dem W. gestattet, fast doppelt so viel CO^2 zu fassen als bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur, so ist dies ein Vortheil, der nur so lange dauert, als das W. diese niedrige Temperatur beibehält. Zu Spa hat man übrigens bereits die Concentration des W. durchs Gefrieren, wie ich höre, ins Werk gesetzt. (Das abfallende Eis war etwas durch Eisenoxyd gefärbt.) Man wird jedenfalls ein eisenreicheres M.W. erhalten, dem es auch nicht an Gas fehlen wird. Dass concentrirte M.W. sich leichter versenden u. zum innerlichen

Gebrauche, zuweilen auch wohl zur Bereitung von Bädern wünschenswerth sind, ist nicht zu bestreiten. Wenn aber nur so viel getrunken wird, dass die Flasche mit dem concentrirten Eisen-W. oder Schwefel-W. täglich nur theilweise entleert wird, so ist das übrigbleibende W. wieder dem Verderben ausgesetzt; was nicht der Fall ist, wenn man jedesmal eine Flasche mit nicht concentrirtem W. verbraucht.

§. 242. Concentration der Mineralwässer durch die gewöhnliche Luftwärme. Gradirte Soolen.

In vielen Seestädten wird das Kochsalz gewonnen durch Verdunstenlassen des Meerwassers in flachen Behältern. Auch bei manchen Salzsee'n genügt die natürliche Luftwärme zur Abscheidung des Kochsalzes. Viele nicht starke Soolwässer werden vor dem Versieden gradirt.

Das aus dem Meer-W. gewonnene Kochsalz ist häufig noch mit einem kleinen Antheile von Magnesia-Salzen verunreinigt.

Nach Usiglio setzen 5 Liter des W. vom Mittelmeer, das ursprünglich 3°5 am Areometer zeigte, beim (spontanen?) Verdampfen ab:
bei 7°5 CaO CO^2 0,32 Gr. + Fe^2O^3 0,016 Gr.
16°75 CaO CO^2 0,265, CaO SO^3 2,8 (incl. Spuren von MgO CO^2),
20°5 reinen krystallisirten CaO SO^3 2,81,
22° desselben noch 0,92,
25° „ „ 0,8 (aber in verworrenen Krystallen).

Areometer:	26°25	27°	28°6	30°2	32°4	35°
Gewicht des Niederschlages	17.	50,52	41,7	13,95	12,52	11,8 Gr.
Wasser	2,55	2,8	2,925	3,3	5,25	18,4 %
Chlornatrium	95,909	95,52	94,684	93,837	90,805	59,514
Schwefels. Kalk	1,182	1,156	,665	,408		
„ Magnesia	,119	,13	,315	,63	1,016	18,186
Chlormagnium	,224	,354	,521	,54	,811	1,162
Bromnatrium		Spur	,875	1,288	2,06	2,639.

Das Gradiren der Soolen besteht darin, dass man sie in Tropfenform der Verdunstung an freier Luft aussetzt. Dies geschieht auf Gradirwerken, nämlich dem Luftzuge ausgesetzten Dornwänden, die oft eine Höhe von 50′—90′ u. wohl eine Länge von mehreren tausend Fuss erreichen. Indem die Soole zu wiederholten Malen über solche Dornwerke geführt wird, verdunstet eine bedeutende Menge W., mehr oder weniger nach der Stärke des Windes u. der Wärme der Luft. Der Gehalt des W. an Salzen wird daher stärker; es steigt z. B. zu Dürrenberg der ursprüngliche Salzgehalt der Soole von 78 auf 115 bei der ersten Gradirung, auf 160 u. 220 bei der zweiten u. dritten. Die gebräuchliche Kreuznacher gradirte Soole hat etwa 260 f. G. in 10000. Wegen des Verlustes von Salzen durch verspritzendes W. kann man über eine gewisse Concentrirung hinaus die Soole nicht mehr gradiren. Starke Soolen werden überhaupt nicht gradirt, wenn man nicht damit, wie bei der von Salzungen eine Abscheidung des Eisens u. des Kalkes bezweckt.

Beim Gradiren geht natürlicher Weise fast alle freie Kohlens. verloren. Der Verlust an diesem Gase, die vielfache Berührung mit festen Körpern, zugleich mit der Wirkung der Verdunstung, führt den Absatz des Dornsteins herbei, welcher gewöhnlich vorzugsweise aus kohlens. u. schwefels. Kalk besteht. Ueberhaupt scheidet sich aber von allen schwerlöslichen Salzen der grösste Theil bei der Gradirung ab.

Die Dornsteine von Sülz enthielten: HO 27—31 %, CaO SO^3 66—70 %, SrO SO^3 0,27—0,32 %, KaCl u. NaCl 1,56—3,05 %.

Nachfolgends eine Reihe von Analysen der gradirten Soole von Sülz, verglichen mit dem natürlichen Soolgemisch (N.S.). Die aufsteigende Nummer (1—6) zeigt die Fortschritte der Concentration beim wiederholten Gradiren an.

	N.S.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
K Cl	6,81	9,5	14,6	18,4	21,9	22,3	22,9
Na Cl	424,26	545,4	847,8	951,2	1243,7	1543,6	1923,6
Mg Cl	39,43	45,3	55,	79,9	91,5	120,8	132,1
Ca Cl	60,7	55,9	60,8	105,1	152,9	166,9	202,5
CaO SO^3	9,64	13,7	19,1	27,4	28,2	33,5	25,2
Fe^2O^3	,29				Schwefels.	Strontian	2.
SiO^3	,02						
Fest. Gehalt	541,	669,8	997,4	1182,2	1538,2	1887,2	2308,2
Spez. Gew.	1041,8	1050,7	1076,1	1088,5	1118,3	1147,8	1174,6.

Die Abnahme des Gehaltes an Chlorcalcium während des ersten Theiles des Gradirprozesses erklärt Virck dadurch, dass er eine partielle Zersetzung des Salzes annimmt, in Folge deren sich Salzsäure verflüchtigt, u. Kalkerde, die allmälig CO^2 anzieht, auf den ersten Dornwänden zurückbleibt. Dies erklärt auch die grosse im Eisenocker vorgefundene Menge von kohlens. Kalk, die sich also gebildet hat, bevor das W. die Dornwände passirte. Später steigt die Menge des Ca Cl ziemlich proportional dem Kochsalze. Während die grössere Menge des Ca Cl im ersten Theile des Gradirprozesses zersetzt zu werden scheint, erleidet den vorliegenden Zahlen zufolge Mg Cl grade im letzten Abschnitte desselben vorwiegend eine Veränderung. Da Verf. indessen weder in den Dornsteinen noch im Schlamme der Pfannen Magnesiumoxychlorid noch irgend eine Substanz, welche aus dieser hervorgehen kann, aufgefunden, vermuthet er, dass der Verlust an Mg Cl geradezu durch Verflüchtigung stattgefunden.

Für den Balneologen ist das gradirte W. besonders insofern von Interesse, als es zu Bädern benutzt wird; z. B. besteht zu Traunstein, Adelholzen, Seeon, Rosenheim, Aibling u. Kreuth, selbst in den Badehäusern Münchens, die Badesoole gewöhnlich zu ⅓ aus gradirter Soole. Die gradirte Soole hat auch zu Kreuznach einen kräftigen Beschützer gefunden.

§. 243. Versieden der Soolen.

Hinc alibi exhaustas antris putealibus amnes
Vulcano fervente coquunt, dum crassior humor
Stringitur, inque salem tepidae cessere lacunae.
Pontanus.

Das Abdampfen der M.W. hat seltener den Zweck, ein concentrirteres W. zu gewinnen, als den, die darin enthaltenen Salze, namentlich das Kochsalz abzuscheiden.

Das aus Soolwässern erhaltene Sudsalz kommt an Reinheit oft dem reinsten Steinsalze sehr nahe, oft enthält es aber auch Kalk- u. Natronsulfat, Kalkcarbonat, auch wohl Chlorcalcium u. Chlormagnium; in den bessern Sorten betragen diese Verunreinigungen aber noch nicht 1—2 % des Ganzen. Vgl. *Beck Account of the salt springs at Salina (New-York); 1826, u. Fehling Unters. d. Soolen u. s. w. der würtemb. Salinen; 1847.

Das Versieden der Soolen geschieht in folgender Weise. Ist die Soole sudwürdig, d. h. ihr Salzgehalt auf 180—220 Z.T. gebracht, wenn er

ursprünglich nicht schon so stark war, so wird sie auf gusseisernen Pfannen eingekocht. Die Pfannen sind etwa nur 18 Zoll hoch, aber sehr breit u. laug. In ihnen wird die Soole gewöhnlich bis zum lebhaftesten Kochen (oft aber auch nur bis weit unter den Siedpunkt) erhitzt, u. allmälig im Verhältnisse neue Soole zugelassen, als sich die in der Pfanne befindliche durch Verdampfen vermindert. Die organischen Materien setzen sich beim Kochen mit Erdsalzen als Schaum an die Oberfläche u. werden hier abgeschöpft. Das Kochen wird so lange fortgesetzt bis sich kleine Krystalle an der Oberfläche bilden. Schlägt sich das Kochsalz in Krystallen nieder, so wird es mit Krücken herausgenommen. An dessen Stelle wird frische Soole zugelassen u. die Füllung immer auf einer Höhe von etwa 8 Zoll erhalten. So wird der Sud gewöhnlich 14 Tage durch, nach Umständen noch länger, ununterbrochen fortgesetzt. Sind die Sudpfannen dann einige Wochen in Betrieb gewesen, so wird das über den auskrystallisirten Salzen stehende W. abgelassen. Dies W. heisst Mutterlauge, für sich eingedampft wird es Mutterlaugen-Salz oder feste Mutterlauge genannt.

Die Soolen, welche auf die Sudpfannen gebracht werden, enthalten gewöhnlich nur noch wenig kohlens. Salze. Die wenige noch vorhandene Kohlensäure fällt beim Abdampfen in Verbindung mit Kalk oder Magnesia nieder u. findet sich mit schwefels. Kalk u. Chlornatrium, die sich in sehr wechselnden Verhältnissen zu den Erdcarbonaten gesellen, im Pfannenstein. Dieser erdige, aus den unlöslichen Theilen hervorgegangene Absatz wird vor der weitern Abdampfung entfernt. —

Das concentrirte W. von Salzsümpfen suchte Moride in Aufnahme zu bringen, es enthielt die Salze der Mutterlaugen, auch Spuren von Jod u. Brom.

§. 244. Mutterlaugen der Soolwässer.

Die Mutterlauge wird diejenige salzhaltige, ganz oder grösstentheils flüssige Masse genannt, welche beim Einkochen von Salzlösungen, namentlich von Soolwässern zurückbleibt, nachdem ein Theil der Salze auskrystallisirt u. ein Theil davon abgeschieden worden ist. Das ausscheidende Salz ist gewöhnlich u. vorzugsweise Chlornatrium. Gewöhnlich haben sich schon, ehe die Ausscheidung des Chlornatriums beginnt, die Erdcarbonate gänzlich oder bis auf eine Spur abgesondert. Auch schwefelsaurer Kalk scheidet sich vor oder mit dem Chlornatrium ab, wenn er vorhanden ist, doch nicht völlig, da er noch in ziemlicher Menge in einer Kochsalzlösung auflöslich ist. Bei einzelnen Soolen (Kissingen, Lüneburg, Schönebeck) krystallisirt beim Abdampfen ein Doppelsalz von schwefels. Kali u. schwefels. Magnesia heraus. Man kann also trotz der ziemlich starken Löslichkeit dieser beiden Sulfate nicht behaupten, dass die Mutterlauge unter allen Verhältnissen die im W., welches durch Abdampfen concentrirt wird, ursprünglich vorhandene Menge Kalium u. Magnesium bewahrt haben müsse. Die Temperatur, denen die abgedampfte Flüssigkeit während des Ausscheidens der Salze ausgesetzt ist, wirkt wesentlich auf die Beschaffenheit des Auszuscheidenden ein. Wird z. B. eine Auflösung von schwefels. Magnesia u. Chlornatrium bei 62° bis

zu einer gewissen Concentration abgedampft, so sondert sich nur dieses aus, während jenes zurückbleibt; lässt man aber dasselbe Gemenge bei 15° krystallisiren, so scheidet sich schwefels. Natron ab u. Chlormagnesium bleibt gelöst. Bei der Schönebecker Soole scheidet auch schwefels. Kali-Magnesia bei hoher Temperatur aus, bei einer niedrigen schwefels. Natron. Die Beschaffenheit der Mutterlauge hängt also öfters theilweise davon ab, ob sie über den auskrystallisirten Salzen bis zur Abkühlung stehen geblieben ist. Es liegt aber in den Zwecken der Salzbereitung, eine Ausscheidung von Natrium als schwefels. Natron zu verhüten.

Chlorüre machen immerhin die Hauptmasse der Sool-Mutterlaugen aus; das Chlornatrium ist aber nicht immer mehr vorherrschend, sondern sehr häufig Chlormagnesium oder Chlorcalcium; oft ist die Lauge auch reich an Kali-Salz, werde dieses als Chlorkalium oder schwefels. Kali aufgefasst. In neuerer Zeit ist man auch auf den relativ grossen Reichthum mehrerer Laugen an Lithium u. Strontium aufmerksam geworden. Nicht alle Mutterlaugen, jedoch viele, sind reich an Sulfaten. Jod u. Brom scheinen, wenn sie in der Soole vorhanden sind, sich beim Abdampfen sehr häufig theilweise zu verflüchtigen; doch wird die Lauge allmälig reicher an diesen beiden Stoffen, namentlich an Brom; wie denn überhaupt mit Ausnahme einiger Stoffe, die sich ausscheiden (z. B. Erdsalze, Kiesels., Eisen) oder verflüchtigen (Ammonsalze, Gase), die Lauge die meisten Stoffe in viel concentrirterer Lösung enthält, als die ursprüngliche Soole. Deswegen eignet sich die Mutterlauge dazu, solche Stoffe zu entdecken, die man ihrer Geringfügigkeit wegen nicht in der Soole finden würde (Bor, Cäsium, Rubidium, Thallium etc. *).

Auf den folgenden Seiten sind viele Analysen von Mutterlaugen aufgestellt u. zwar, damit sie vergleichbar würden, alle nach demselben Combinations-Systeme berechnet. **) Man wird bald zwei Arten von Mutterlaugen unterscheiden: diejenigen, welche Chlorcalcium enthalten (oder, besser ausgedrückt, bei denen nach der Verrechnung von Kalk an Schwefels. noch Calcium zu einer Combination mit Chlor übrig bleibt) u. solche, die kein Chlorcalcium (u. oft auch keinen schwefels. Kalk) enthalten.

Fast nie kommt eine Mutterlauge mit einer zu anderer Zeit aus derselben Soole gewonnenen, selbst wenn das spezifische Gewicht beider bald dasselbe ist, in der Mischung ziemlich nahe überein. Das Geschäft der Concentration des Salzwassers wechselt nämlich nach den Erfordernissen des Betriebes, nach der Auswahl der zum Sude genommenen Soolen, nach dem Ausfall der Gradirung u. Verdunstung u. nach andern Zufälligkeiten zu sehr, um immer dasselbe Produkt zu liefern. Die Verschiedenheiten sind gewöhnlich um so grösser, je weiter die spezifischen Gewichte von einander abweichen.

Ueber die Mutterlauge des Meerwassers s. S. 565.

---

*) S. unten: Mutterlaugen-Salze.

**) Die mit einem * bezeichneten Analysen wurden umgerechnet. Es wäre vielleicht noch besser gewesen, die Stoffe einzeln auszurechnen.

Mutterlaugen ohne Chlorcalcium. In 10000:	1 *Bolechow.	2 *Briscous.	3 *Drochobycz.	4 *Dürrenberg.	5 Dürrenberg.	6 Elmen.	7 Elmen.	8 Friedrichshaller Bitter-W.-Lauge.	9 *Hallein.	10 Hallstadt.
Mg J	,3									
Mg Br	2,6		7,5	2,9				10,3	3,7	5,1
Na Cl	3113,	1249	2743,	1953,	1838	1860	1506	281,	1953,5	2228,
Mg Cl	46,7	762	361.	897,	609	490	720	2157,	814,5	263,
KO SO³	2,6	45	107,		278	368	536			148,5
MgO SO³	81,6	361	42,	22,	80	240	352	383.	52,4	168,6
CaO SO³	14,6		15,	,3		5			26,	9,7
Fester Gehalt	3261.	2417	3275,	2875,		2963,	3114.	2847.	2850,	2823.
Spez. Gewicht								1262,7 bei 22°.	1230,7	1228.

3) Noch Kiesels. 3.
4) Nach Kussin. Noch Eisen spurweise.
5) Autor unbekannt. Ob auf 10000 Theile zu beziehen?
6) u. 7) Nach Heine; 6) die zur Abscheidung des Salzes benutzte Lauge, 7) die Absatz-Lauge.
8) Nach Ludwig 1856. Brom 8,95. Noch kohlens. Magn. 10,7, Spuren von KO, CaO, Fe, SiO^3, PO^5, humusartiger Substanz.
9) Nach Kussin.
10) Nach Schrötter.

Mutterlaugen ohne Chlorcalcium. In 10000:	11 *Ischl.	12 *Kissingen.	13 *Kösen.	14 *Neusalza.	15 Pyrmont.	16 *Rosenheim.	17 *Salins.	18 *Salins.	19 *Salzuffeln.	20 Stassfurth.	21 *Starasol.
Mg J					Spur				Spur		
Mg Br	(Brom 20,5)	82	8,7	20,2	Spur	12,2	20,8	5,9	6,1		
K Cl											
Na Cl	2316,	414	1563,	1550,3	961	1807,	2108,	2020,	1294,	1362	3028
Mg Cl	38,	2015	648,	515,3	1499	595,	86,	293,	458,	978	354
KO SO^3		296	370,	81,8	200	67,	484,	121,	122,	518	177
MgO SO^3	156,	156	470,	680,2	1745	53,	177,	604,	473,	152	266
Fester Gehalt	2550,	3092	3060,	2848,	1405	2543,	3177,	3044,	2353,	3011	3825,
Spez. Gewicht			1270,2	1280,					1255, b. 12°8		

11) Noch Kiesels. 20.

12) In Bunsen's Laboratorium analysirt. Noch Chlorlithium 128!, Cäsium u. Rubidium spurweise. In ältern Analysen von Kastner u. Fikentscher auch Ammon.

13) Nach Heine.

14) Nach Wackenroder 1841.

15) Nach Hugy 1846. Arch. d. Pharm. L, 148.

17) Nach Favre. Noch Salmiak 17?

18) Nach Reveil 1860. Von Salins im Jura hat auch Desfosses (J. de Pharm. XIII) eine Analyse gemacht.

19) Nach Grüne.

20) Noch SiO^3 0,5. In einer andern Mutterlauge von Stassfurth fand Heine 7,4 Z.T. Brom.

22) Jaxtfeld in Würtemberg. A u. B. von?, C u. D von Rieckher; alle umgerechnet.

	A	B	C	D
Mg J			1,1	16,6
Mg Br	2.1	17.3	3.9	30,
K Cl	28,4			
Na Cl	2450,3	2065,	2560.	2281.
Mg Cl	50.9	309,3	40,2	195,6
CaO SO³	42,	19.4	34,4	32,
Fest. Gehalt	2566.	2486.	2663,	2668.
Spez. Gew.			1210.	1250.

23) Salzungen. A nach Wöhler, B nach *Bernhardi (Spez. Gew. 1214,5), C nach Wackenroder.

	A	B	C
Mg Br	27,9	3,8	8,8
K Cl	289.8	65,4	94,9
Na Cl	976,2	2145,	1576,1
Mg Cl	1720,3	473.2	1067,9
Ca Cl			72,3
KO SO³	118,9		
MgO SO³		16,1	
CaO SO³		31,5	3,
Fest. Gehalt	3133,	2737,	2823.

24) Wimpfen. A nach *Fehling; spez. Gewicht 1221, B nach Rieckher; spez. Gew. 1240.

	A	B
Mg J		86.8
Mg Br	20,7	35,5
Na Cl	1627,1	992,8
Mg Cl	697,7	1523,2
MgO SO³	167,7	76.4
Fester Gehalt	2513,	2715.

25) Montmorot (Lons le Saulnier) nach Braconnot oder Bouquet (1); Moutiers nach Berthier (2).

	1)			2)
Ka Br	55	oder	5,5	
Ka Cl	211	„	201,1	
Na Cl	1833	„	1803,3	2080
Mg Cl	645	„	604,5	485
KO SO³	76	„	7,6	[950 MgO SO³]
NaO SO³	480	„	408,	
Fester Gehalt	3706			3515.

26) Volterra nach Giulj: K Br 3,5, Mg Br 1,4, Na Cl 2096, Mg Cl 1144.

27) *Bex nach Bischoff 1847. Eine andere Analyse mit Chlorcalcium s. in der nächsten Tabelle.

Mg J	,6
Mg Br	3,4
K Cl	589,
Na Cl	865,
Mg Cl	1174,
MgO SO³	272.
Fester Gehalt	2904.

Die See-W.-Mutterlange gehört auch zu dieser Klasse.

Mutterlaugen mit Chlorcalcium. In 10000:	1 Bex. Morin 1841.	2 *Chiechocinek Stieren 1846. **)	3 *Friedrichshall, Würtemberg. Fehling.	4 *Friedrichshall, Würtemberg. Rieckher 1846?	5 *Friedrichshall, Würtemberg. C. Rieckher.	6 *Friedrichshall, Würtemberg. C. Fehling.	7 *Friedrichshall, Würtemberg. C. Fehling.	8 *Sulz. Fehling.	9 Rottenmünster. Fehling.
Jodmagnium	,8			2,	16,6				
Brommagnium	6,5	29,3	2,14	4,4	29,8	17,6	66,9	1,52	2,3
Chlorkalium	386,2	39,4				28,4	122,9		
„ natrium	631,6	479,8	2450,36	2557,	2283,1	2064,9	1043,	2536,8	2502,25
„ magnium	1428,	1053,6	50,79	42,3	195,8	309,5	951,8	52,32	50,2
„ calcium	126,5 *)	1401,4	23,1	22,5	110,	146,9	489,8	11,6	43,81
Schwefels. Kalk	339,9	3,	42,1	34,4	32,	19,4	9,7	46,8	33,17
Fester Gehalt	2925,	3007,	2569,	2663,	2667,	2587,	2584,	2649,	2632,
Spezif. Gewicht		1295, bei 18°.	1202,8	1210,	1250,	1214,3	1255,5	1206,6	1207,

*) Noch Kiesels. 1,5, Thonerde 3,9. **) Buchn. Rep. 2. R. XLIII.

C bedeutet besonders concentrirte Lauge.

Mutterlaugen mit Chlorcalcium. In 10000:	10 *Schwenningen. Fehling.	11 *Clemenshall. Fehling.	12 *Clemenshall. Fehling.	13 *Clemensthal. *) Fehling.	14 *Clemensthal. C. Fehling.	15 *Clemensthal. C. Fehling.	16 *Rappenau. Rieckher.	17 Nauheim. Mialhe.
Jodmagnium				(Jodnatrium 34,91)			38,33	(Organ. 6,)
Brommagnium	1,21	3,82	2,01	44,07	21,53	62,79	10,72	8,8
Chlorkalium					90.	282,		172,7
„ natrium	2491,83	2484,75	2569,19	2412,7	2106,9	1230,7	1320,5	93,9
„ magnium	39,77	64,13	29,52	9,54	341,5	921,77	429,25	350,3
„ calcium	64,41	17,7	3,55	7,71	80,6	217,5	879,72	2997,
Schwefels. Kalk	30,37	31.	52,75	49,65	31,1	18,5	82,77	7,5
Fester Gehalt	2628.	2634,	2657,	2559.	2672.	2733.	2761.	3638,
Spezif. Gewicht	1206,6	1208.	1208,1	1210,	1214,6	1238,4	1270,	

*) Bei Offenau.

C bedeutet besonders concentrirte Lauge.

Mutterlaugen mit Chlorcalcium. In 10000:	1 Unna oder Königsborn.	2	3	4 Werl.	5	6 Höppe.	7 *Sassendorf.	8 Salzkotten.	9 Western-kotten.
Mg J	2,32	Spur	!	1,1	Spur	Spur			
Mg Br	14.28	Spur	6,7	9,8	12	5,7	16,7	17,8	19,2
K Cl	,99?	6	229,2	120,	345	120,	156,	129,	133,
Na Cl	221.3	482	714,6	982,	833	1302,	693,	1099,2	901,7
Mg Cl	886.2	838	788,7	595,	557	381,	673,	391,	702,
Ca Cl	2177,8	1975	998,5	1230,	1301	887,	1815,	1172,8	1641,6
CaO SO³	105,3?	5	5,7	4,	3	4,5	78,	67,	72,
Fester Gehalt	3409,	3310	2777,	2943,	3058	2707,	3432,	2877,	3470,
Spez. Gewicht	1325.		1301.?	1261.			1280, b. 15°	1240,	1260.

1) Concentrirte Lauge. Nach Liebig 1848. Die Zahl des schwefels. Kalks ist vielleicht verwechselt. Cf. Pharm. Centralbl. 1847. 2) Nach Hermann 1841. Noch Organ. Stoff ca. 3. 3) Nach Brandes 1838. Cf. Pharm. Centralbl. 1839, Arch. d. Pharm. XV, 197—209. 4) Nach Denecke 1848. 5) Nach Polstorf 1847. Ausserdem Chlorlith. 3,4, Kiesels. 2 u. eine Spur Mangan. 6) Nach Polstorf 1847. Noch Chlorlith. 4,8, Kiesels. 2. 7) Noch Spuren von Eisen u. Mangan. 7), 8), 9) sind nach Müller 1847.

Mutterlaugen mit Chlorcalcium. In 10000:	1 Rodenberg. (Sooldorf.)	2 Greifswald.	3 Greifswald.	4 *Halle.	5 *Halle.	6 Arnstadt.	7 Arnstadt.
Mg J		,2				1,	
Mg Br	13,2	16.1	21	100	100	32,8	56
K Cl	12,6	72.5		572	521	18,7	
Na Cl	1251,7	111.	1476	649	692	822,	2411
Mg Cl	612.4	929.	418	1218	1234	725,	1091
Ca Cl	960.	1602,3	742	535	585	867.	650
CaO SO³	2,6	2,4		10	5	3.	
Fester Gehalt	2881.	3030.	2657	3087	3135	2470,	4214
Spezif. Gewicht	1263.4	1284.4					1370

1) Nach Avenarius. Noch Chloralum. 22,1, Chloreisen 6,8. 2) Nach Schirk. Noch Chlorlith. 0,1. Kiesels. 0,6. 3) Nach ? Noch Chloreis. 1,2. Chloralum. 65 (?).

4 u. 5) nach Heine. Noch Chloralum. 4,2 u. 4,2, Kiesels. 0,8 u. 1,8. 7) Nach Lucas. Noch kohlens. Eisen 6.

Der Gehalt der Kreuznacher Lauge an Brom ist früher auf Grund älterer verfälschter Analysen, mit denen man noch im J. 1851 prunkte, sehr übertrieben angegeben worden. In der Einleitung in die M.Qu.-Lehre habe ich diesen Humbug weitläufig besprochen. Ich will hier nur einige Thatsachen anführen. *Berzelius gibt etwa 94 Z.T. Brom an; Pingret fand ca. 78, Figuier 90 (Erdmann's Journ. LIV, 299); Mohr fand in der Lauge der Saline Münster in 3 Versuchen: 64,7. 66,2, 68,9 Z.T. (Journ. f. prakt. Chem. LXIV, 299). Man gewann früher etwa 73—83 Z.T. Brom aus der Münsterer oder aus der Theodorshaller Lauge, gleichviel welcher.

Kreuznacher Mutterlauge. In 10000:	1 Bunsen.	2 Mohr 1854.	3 Polstorf 1852.	4 Rieckher 1846.	5 Rieckher 1846.	6 Fehling.
M J	,7	Spur	Spur	25,1	79,3	
M Br	53,2	76,7	68,8	98,2	286,1[4])	61,5
K Cl	214,7	170,4	219,2	143,2	471,8	238,3
Na Cl	34,4	208,	348,1	197,2	356,5	63,8
Mg Cl	296,8	334,8	265,1	262,9	403,9	344,4
Ca Cl	3323,9	2622,6	2330,7	2232,4	3880,1	2570,3
Li Cl	145,3[1])		10,3[2])	[3])	[5])	[6])
$CaO\,SO^3$				2,2	2,8	
Fester Gehalt	4098.	3412,5	3235,	3272,	5493.	3293,
Spez. Gewicht		1335,5 bei 17°5	1313,3	1307,4 bei 18°7		1317,6 bei 18°7

[1]) Noch Chlorstront. 28,6, Spuren von Cäsium u. Rubidium.
[2]) Noch Eisen, Mang., Phosphors. spurweise.
[3]) Chloralumin. 10,3.
[4]) Vielleicht wurde zufällig eine bromreiche Schichte analysirt.
[5]) Chloralum. 12,5.
[6]) Eisenchlorid 0,9.

1) Theodorshaller Mutterlauge. 5) Eingedickte Mutterlauge. 6) Zerflossenes Mutterlaugensalz.

Alle diese Analysen sind umgerechnet. Für Rieckher cf. Chem. Centralbl. 1847. 733.

Die Kreuznacher Elisenqu. enthält nach Bauer's Analyse

Chlormagnium	,4484	Chlorcalcium	2,705
Brommagnium	,0391	Kohlens. Kalk	,413
	,4875		3,118 Aequ.-Quot. .

Multiplicirt man die erste Summe mit 6, so kommt heraus 2,925. Demnach ist die Gesammtmenge des Magniums zum Calcium fast gleich 1 : 6. Sehr genau kehrt dieses Verhältniss wieder in der Mischung der Mutterlauge.

obschon diese von andern Kreuznacher Quellen gewonnen wird. Die vorletzte Analyse von Mohr 1851 zeigt auf Calcium **473** Aequ.-Quotiente
Magnium 78,89 (× 6 = **473**,34).
Die Rieckhersche Analyse hatte eine weniger concentrirte Lauge vor sich:
Calcium **402**.85
Magnium 67,89 (× 6 = **407**,34).
Das von Fehling analysirte zerflossene Mutterlaugensalz (I) u. die von Weber analysirte trockene Mutterlauge (II) hatten dieses Verhältniss noch ziemlich bewahrt.

I		II	
Calcium	**466**,4	Calcium	**463**,5
Magnium	79,24 (× 6 = **475**,4)	Magnium	77,38 (× 6 = **464**,3).

Die neueste Analyse von Polstorf ergab auf Calcium 420
aber nur Magnium 63.32 (6 × = 380).

Dürckheim. 1) *Aus Bunsen's Laboratorium. 2) Nach Bixio.

	1.	2.
Mg Br	16.8	2.3
K Cl	171.9	536.1
Na Cl	209.8	2189.6
Mg Cl	104.5	1.3
Ca Cl	2969.	105.
Li Cl	110.9	178.2
Sr Cl	80.	
SrO SO^3	2.	4.9
CaO SO^3		18.6
Fester Gehalt	3969.	3012.

1) Noch Chlorcäsium 0.3. Chlorrubidium 0.4.
2) Noch Chlorcäs. 2,29. Chlorrubidium 3.36 u. zweifach borsaurer Kalk 0,35.

Die alten Analysen, in denen das Lithium kaum beachtet war, können übergangen werden. Nur ist bei denselben die viel höhere Angabe von Brom u. ein Gehalt an Chloraluminium zu bemerken. Lithium ist auch in der Kreuznacher Mutterlauge stark vertreten.

1) Sülz oder Sulz. wohl in Würtemberg, 2) Sulz in Mecklenburg. In 1) noch eine Spur Jod.

	1.	2.
MgBr	21,6	
K Cl	53,3	
Na Cl	1216,8	979
Mg Cl	514,	635
Ca Cl	832,6	1073
CaO SO^3	8,4	
SrO SO^3	1,8	
Fester Gehalt	2649,	2050
Spez. Gewicht	1223. b. 13°.	1238.

Salso-Maggiore. Saline. Analyse von Rossi oder Cardoni u. Seveso (Gaz. med. it. Lomb. 1857).

Mg J	38,5	(Jod 35,2)
Mg Br	60.9	(Brom 53)
K Cl	15.7	
Na Cl	142.5	
Mg C	802.	
Ca Cl	176.6	
Eisen *)	1.7	
Organ.	3.1	
Fester Gehalt	3164.	

*) „Oxydul mit Chlor in Verbindung."

Staraja-Russa nach Schmidt. Spez. Gew. 2148.

Mg Br	21,3
Ka Cl	15,6
Na Cl	47,7
Mg Cl	1646,3
Ca Cl	2795,7
Fester Gehalt	4527.

Mg : Ca = 7 : 10 Aequ..

Antioquia, Neu-Granada. Analyse von Boussingault.

Na Cl	1527
Ka Cl	2
Mg Cl	450
Ca Cl	930
Fe Cl	27
Jod	Spur.

Die Mutterlaugensalze sind nicht immer in derselben Weise erzeugt. Zudem sind die Salzlösungen, woraus sie entstehen, sehr verschieden. Sie enthalten gewöhnlich sehr viel Wasser.

1) mit vorwiegendem Chlornatrium.

A) Das Friedrichshaller Mutterlaugensalz ist etwa zu $^8/_{10}$ Na Cl, zu je $^1/_{10}$ Mg Cl u. Ca Cl; es enthält fast 69 Z.T. Mg Br.

B) Badesalz vom Hubertusbrunnen, im J. 1846 analysirt.

Mg J	,6	CaO SO^3	11.
Mg Br	,7	FeO CO^2	,2
Na Cl	5711.	Mn	Spur
K Cl	23,6	SiO^3	11,4
Mg Cl	,7	Organisches	Spur
Ca Cl	4239.	Summe	10000.

C) Salins. Analyse von Reveil. *In 10000:

Mg Br	17,	
Na Cl	5283,6	
K Cl	1041,4	
Mg Cl	220,3	
KaO SO^3	133,3	
MgO SO^3	1259,3	
MgO CO^2	11,1	
Fe^2O^3	5,	Wasser?
Summe	7971.	(angeblich 7870).

D) Kreuznacher trockene Mutterlauge nach Fink 1859:

Mg Br	2,1	Mg Cl	798.
Na Cl	5141,8	Ca Cl	1636,4
K Cl	151,1	CaO SO^3	96,4
		Unlösliches	43,6.

E) *Orber Badesalz, aus der Mutterlauge gewonnen, nach v. Bibra:

Na Cl	4934.	Bromkal.	ca. 7,5
Mg Cl	1395,	SiO^3	76,6 od. 71,6
KaO SO^3	2964,	Ferner	117,2, nämlich:
CaO SO^2	840,	Jod, Phosphors., Eis., Thon., Lith., Org.;	

dagegen fehlen: Bor, Stront., Ars., Kupf. u. andere Metalle.

2) Mit vorwiegendem Chlormagnesium.

A) Kösen. Nach Heine:

Na Br u. Mg Br	22	Spez. Gewicht 1292,3.
Ca Cl	2447	
Mg Cl	3755	
KaO SO^3	998	
MgO SO^3	1108	
Summe	8325.	

B) Halle. Aus gleichen Raumtheilen Wittekinder Soole u. Halle'scher Mutterlauge durch Verdampfung gewonnen. Von Bär untersucht. Arch. d. Pharm. 1842, Oct..

J *)	2,32	CaO SO^3	18,6
Br **)	81,4	CaO CO^2	2,3
Na Cl	183,	Humins. Kalk	23,5
K Cl	369,5	Eisenoxyd	15,8
Mg Cl	3114,	SiO^3	4,6
Ca Cl	1531,4	Organisches	10,7
		Summe	6369.

Das Uebrige Wasser?

*) Jodalum. 2,51.
**) Brommagn. u. Bromalum. 13,57.

C) Arnstadt. Nach Lucas 1860.

Mg Br	25
Na Cl	669
K Cl	25
Mg Cl	2443
Ca Cl	1766.

3) Mit vorwiegendem Chlorcalcium.

A) Kreuznach. Aus der Theodorshaller Mutterlauge krystallisirt nach Sieber folgendes Salzgemisch aus:

Na Cl	201
Ka Cl	798
Mg Cl	276
Ca Cl	5428
Sr Cl	1119
HO	2178.

B) Das Oeynhauser Badesalz besteht vorzugsweise aus Chlorcalcium u. Chlornatrium mit Sulfaten.

C) Nauheimer Badesalz nach Mialhe.

Mg Br	1,3
Na Cl	183,4
K Cl	269,
Mg Cl	415,1
Ca Cl	4102,
CaO SO^3	11,7
SiO^3 u. Org.	24,3
Fester Gehalt	1907.

Die Untersuchung des Nauheimer Mutterlaugensalzes gab Böttger Veranlassung zur Entdeckung des Thalliums in verschiedenen M.Wässern, insbesondere dem des Nauheimer Sprudels. Unter Nauheimer Mutterlaugensalz hat man dasjenige Salzgemeng zu verstehen, welches sich aus der ihres Kochsalzgehaltes durch Verdunsten u. Abdampfen beraubten Salzsoole des Sprudelwassers in der Winterkälte absondert u. besonders als „Badesalz“, aber auch in den Conditoreien

als „Eissalz“ zur künstlichen Erzeugung von Kälte Anwendung findet. Dieses Salz besteht nach Böttger der Hauptmasse nach aus Chlorkalium u. Chlormagnesium, untermengt mit etwas Chlornatrium, ist frei von Lithion- u. Kalkerdesalzen u. ist ausserordentlich zerfliesslich; es ähnelt in seiner Zusammensetzung sehr dem in Stassfurt vorkommenden „Carnallit“ u. dem gleichfalls daselbst in einem mächtigen Lager erbohrten sogenannten „Abraumsalze.“ Da in diesen beiden Salzen die Anwesenheit von Cäsium u. Rubidium bereits constatirt wurde, so waren dieselben Stoffe auch im Nauheimer Mutterlaugensalze zu erwarten u. in der That zeigte es sich als das ergiebigste Material zur Gewinnung von Cäsium u. Rubidium. Ausserdem fand Böttger Thallium auch noch im Badesalze von Orb neben Cäsium u. Rubidium, so wie im Mutterlaugensalze der Soole im Stassfurter Abraumsalze u. in dem viel Chlorrubidium enthaltenden, bei der Verarbeitung gewisser Lepidolithe auf Lithion resultirenden Salzrückstande aus Struve's M.W.-Fabrik.

Die in Elmen angewandte Mutterlauge unterscheidet sich wesentlich von derjenigen anderer Soolbäder; sie wird nicht zum Bade gebraucht, wie sie als Restflüssigkeit in den Siedepfannen bleibt, sondern nachdem der grösste Theil des in ihr enthaltenen Chlornatriums u. die Sulfate von Natron, Kali, Magnesia auf der chemischen Fabrik ausgeschieden worden sind. Sie ist eine braune nicht flüssige Masse. Sie enthält etwas Bitumen, Eisen u. Mangan. Vgl. oben.

§. 245. Quellsalze.

„Wer aber an eigen Witz ihn jetzo so schlecht hält, der mag ihn mit seinem eigenen Saltz, und also ganzem Inhalt so viel stärken, bis er genug hat.“

Mogens u. Horsten Niederselters 1692.

Sogenannte Quellsalze oder eingetrocknete M.W. bereitet die Natur sehr häufig, wenn M.W., namentlich Bitterwässer u. Soolen, Gelegenheit haben durch Verdunsten das W. einzubüssen.

Die Mauersalze, welche sich in den Bädern (Aachen etc.) bilden, indem sich das W. an den Wänden hinaufzieht, verdunstet u. einen salzigen Rückstand hinterlässt, ist auch ein derartiges Naturprodukt. In solchen Mauersalzen ist übrigens die Salzmischung nicht dieselbe, wie im W. selbst; z. B. enthält das Karlsbader Mauersalz, wovon Becher einmal 75 Pfund sammeln konnte, 94 % schwefels. Natron auf nur sehr wenig kohlens. Natron, wobei Chlornatrium ganz fehlt, während im W. auf 94 schwefels. Natron fast 48 kohlens. Natron u. 40 Chlornatrium fallen. Eine zu Marienbad gefundene Salzblüthe enthielt nach Kersten Na Cl 24,21, $NaO\,SO^3$ (mit Spuren K) 60,24, $NaO\,CO^2$ 15. Das Verhältniss des ersten Salzes zum zweiten ist fast = 3 : 6, das des zweiten zum 3. genau gleich 6 : 2 in äquivalentären Zahlen. Ueber andere auswitternde Salze s. die §§. Schwefels. Natron, Kohlens. Natron, Salpetersaure Salze etc..

Unter dem Namen Quellsalz werden vorzüglich diejenigen Salze verstanden, welche durch künstliche Verdampfung des W. gewonnen werden u. so ziemlich die ganze Mineralisation derselben darstellen sollen. Man gebraucht diese Salze selten zur Verstärkung der M.W. selbst, etwa wie Mogens von Niederselters meinte, oder wie noch Karlsbader W. häufig mit Karlsbader Salz versetzt wird, sondern meistens zum Versenden als Ersatzmittel der natürlichen Wässer.

Die Abdampfung geschieht bei heissen Wässern zuweilen mit Hülfe der Hitze des W. selbst.

Eine solche Selbstabdampfung fand sich nach Falloppia schon gegen 1500 bei den Abanischen W. eingerichtet.

Das Karlsbader Salz wird auf folgende Art bereitet. Man füllt eine Menge grosser u. kleiner Abdampfkessel mit Sprudelwasser u. verdampft das W. in einem Behälter, der ununterbrochen vom heissen M.W., worin die Kessel eintauchen, durchströmt wird. Es scheiden sich hier die metallischen u. erdigen Salze (etwa $^1/_{10}$ des ganzen Salzgehaltes) ab u. es bleibt als Rückstand eine Flüssigkeit zurück, in der sich die leicht auflöslichen Salze vorfinden. Diese Lauge wird, wenn die Abdampfung bis auf $^1/_4$ des ursprünglichen Volumens gediehen ist, colirt, dann bis zum Krystallisationspunkte noch weiter eingedampft, dann in grössere Kessel geleert u. an einem kühlen Orte der Krystallisation überlassen, die nach mehrfacher Wiederholung das eigentliche Sprudel- oder Karlsbader Salz gibt. Es ist dies also eine Abdampfung, bei welcher die erdigen Bestandtheile, aber auch die ganz leicht löslichen, z. B. Jodsalze, verloren gehen. Wenn noch, wie *Wetzler seiner Zeit schrieb, der Salzverfertiger angewiesen ist, zu sehen, dass das Salz kein überflüssiges Natron enthalte, sondern reines Neutralsalz sei, zu welchem Zwecke er es mit Veilchensaft prüfen soll, so möchte schwerlich etwas Anderes als Glaubersalz mit etwas Kochsalz im Karlsbader Salze vorhanden sein. Eine lange gewünschte Analyse des Sprudelsalzes ist neulich angestellt worden. Ragsky traf an: Na Cl 0,397, $NaO\,SO^3$ 37,695, $NaO\,CO^2$ 5,997, W. 55,52; danach würden Glaubersalz 85,5, Natronbicarbonat 8,5, Kochsalz 0,4 eine hinlänglich genaue Nachbildung des Sprudelsalzes sein. Jedenfalls wird seine Zusammensetzung nach Umständen etwas wechseln; aber schwerlich ist es gerechtfertigt das theuere natürliche Salz einer analogen ganz billigen Mischung künstlicher Salze vorzuziehen. Das sogenannte künstliche Karlsbader Salz der Droguerien wird gewiss im Allgemeinen nur Glaubersalz mit etwas kohlens. Natron sein.

Bei der Abdampfung der M.W. erleiden mehrere Stoffe eine Veränderung, die Bicarbonate werden zu einfachen Carbonaten oder doch zu Sesquicarbonaten, das Eisenoxydul zu Oxyd, die Schwefelmetalle zu schwefels. Salzen; die Gase gehen weg. Die nachherige Lösung der Salze ist also nicht mit dem M.W. gleichzustellen, da die Schwefelmetalle, Eisen, Mangan, kohlens. Kalk, zum grössten Theil auch die andern kohlens. Erden in der Lösung fehlen. (Wenn diese freilich auch im W. ungelöst bleiben würden, so wäre doch bei kleinern Mengen derselben, welche getrunken werden, die nachherige Lösung in den Magensäften zu erwarten.) Das kohlens. Natron löst sich im W. als einfaches Carbonat u. hat als solches einen viel alkalischern Geschmack als das Bicarbonat. Die Kiesels. treibt zuweilen beim Abdampfen wohl etwas CO^2 aus. Insoweit jene zu kiesels. Kali oder Natron wird, oder als solche schon vorher besteht, wird sie auch in die Lösung des abgedampften Salzes eingehen. Der organische Stoff der M.W. verliert auch oft beim Abdampfen zum Theil seine Löslichkeit durch höhere Oxydation oder sonstige Umänderung. Jod u. Brom, wenn sie nur in Minimalmengen vorhanden waren, darf man auch nicht immer in den Rückständen der Abdampfung mehr erwarten. Werden grosse Mengen W. abgedampft u. der trockene Rückstand nicht gehörig untereinandergemischt, so können die schwerlöslichen sowohl als die sehr leicht löslichen Salze in den mittleren Portionen des Rückstandes ganz fehlen. Auf die Gleichmässigkeit der Mischung darf man bei solchen Salzen nicht zu sehr bauen, wenn die Abdampfung nicht von einem Chemiker besorgt wird. *)

*) Wenn man 1 Liter W. der Qu. von Spa, Contrexéville oder Bussang in einer Porcellanschale im trockenen Vacuum oder in trockener Luft bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet, so erhält man nach einigen Tagen einen Salzrückstand, der in einer gleichen Menge destillirten Wassers, als verdunstet ist, sich nicht ganz löst, selbst wenn man CO^2 oder N mitwirken lässt. (Roussin.)

Ich will noch einzelne Quellsalze hier näher besprechen, insofern dies nicht im §. Mutterlaugen geschehen ist. Das berühmteste ist vielleicht das von Vichy. Es scheinen verschiedene Darstellungsweisen davon zu bestehen, woraus auch die Verschiedenheit der Produkte erklärlich ist. Bru. Direktor der dortigen Laboratorien liess es in folgender Weise herstellen. Man verdampft auf einer emaillirten Gussplatte, die mit Wasserdampf erwärmt ist, eine grosse Menge Vichy-W., bis es 28° am Salz-Areometer zeigt, filtrirt es zur Abscheidung der unlöslichen Theile (kohlens. Kalk, Kieselerde, Eisen) u. überlässt die Flüssigkeit einige Tage der Krystallisation, trennt dann das gebildete Sesquicarbonat des Natrons von der Mutterlauge u. bringt es in eine Kammer, wo es nach u. nach dem Zutritt der CO^2 ausgesetzt wird, u. bei der Aufnahme von CO^2 etwa 16 % W. verliert. Das so gebildete doppeltkohlens. Natron ist schwammartig, sehr leicht, u. hat keinen unangenehmen alkalischen Geschmack. Es enthält nur Spuren fremder Salze. Es ist dies wohl so ziemlich die Darstellungsweise, die noch immer befolgt wird u. welche Lefort beschreibt. Man bringt ein Gemisch des W. verschiedener dortigen M.Qu. auf Kessel, die durch Oefen erwärmt werden. Auf dem ersten Kessel wird das W. auf 40° gebracht, wobei es den grössten Theil des kohlens. Kalkes absetzt u. dann auf den zweiten Kessel kommt, wo es, auf 47° erwärmt, noch etwas Kalk abgibt. Im dritten Kessel wird es auf 63° erwärmt, ehe es auf den vierten kommt, worin es 8 Tage lang kocht, bis es an der Salzwage 23—25° zeigt. Das so concentrirte W. lässt man auskrystallisiren u. die Krystalle abtröpfeln. Diese bringt man in die aus einem der Sauerbrunnen hingeleitete Kohlens., damit die Soda sich in Bicarbonat verwandele. Hernach wird das Salz an der Sonne oder im Winter im geheizten Raume getrocknet, dann gepulvert u. gesiebt. Das freie durchgesiebte Salz wird in Töpfe zu je 1 Kilogramm gebracht, das gröbere zu 500 Gramm in Carton-Säcke. Jenes dient zum innerlichen Gebrauch, dieses zu Bädern. Jährlich bereitet man 26000 Kilogramm des Salzes. Ein Direktor beaufsichtigt die Fabrikation. Die Zusammensetzung des so gewonnenen Salzes ist natürlicher Weise nicht immer gleich. Lefort untersuchte 2 Proben, wobei er fand, ausser

Natronbicarbonat	776,87	u.	729,17
Kalibicarbonat	29,16	„	24,43
Natronsilicat	11,36	„	13,81
Wasser	163,75	„	211,74

nur noch folgende Stoffe in sehr kleinen Quantitäten:

Chlornatrium	6,68	10,41
Schwefels. Natron	3,84	1,08
„ Kalk *)	7,66	8,67
Magnesiabicarbonat	,66	,68
Eisenoxyd	,01	,01.

*) Mit den Alkalien sich umsetzend.

Das Krankenheiler Quellsalz besteht nach Fresenius in 1000 Theilen aus:

Chlornatrium (502,58?)	202,58	Phosphors. Kalk	0,54
Schwefels. Kali	12,98	„ Eisenoxyd	,48
„ Natron	91,13	Kiesels. Natron	44,75
Anderthalb kohlens. Natron	67,43	Jodnatrium	1,98
Kohlens. Magn.	1,09	Humins. Natron	11,1 *)
„ Kalk	4,28	Wasser	258,

*) Ferner Quell- u. Quellsalzs., Harz, Brom, Lithion.

Barth fand darin $^1/_{643}$ Jod = 1,83 Jodnatrium in 1000. Das Salz wird aus verschiedenen Qu., die vielleicht nicht immer in gleichen Mengen mit einander vermischt werden, dargestellt. (In dem nicht wasserfreien Rückstande der Jodsodaqu. Johann Georg betrug das Jod schon $^1/_{155}$ u. in der Qu. selbst war $^1/_{171}$ des trockenen Rückstandes Jod; s. Erdmann's Journ. XLVII, XLIX. 151. 313.) Nach

Bley enthält das Salz 1/1390tel Jod, also nur halb so viel als Barth fand (Arch. d. Pharm. LX, 287). Sonderbar ist das Geständniss des frühern Besitzers (v. Stegmayer), dem Salze u. der Seife sei Jod aus dem Handel zugesetzt worden. 1 Unze kostet 1 Thlr.!

Das Aachener Badesalz, das in den Apotheken zu Aachen verfertigt wird, gehört unter die Kunstprodukte, welche an anderer Stelle behandelt sind.

Vgl. Dondis De modo confic. salem ex aq. cal. font. Aponi, 1553; Wedel De sale cathart. amaro anglico vulgo Epsomiensi, Jen. 1715; Juch De sale Anglorum Epson., Erf. 1746; Smith De sale Carol. rite depur. et cryst.; Prag. 1758.

Tabletten, Pastillen, Dragées, Quellseifen als Repräsentanten der Quellsalze. In frühern Zeiten verarbeitete man den Quellabsatz des Eisensäuerlings von Tongern zu Pillen. Die neuern Bad-Inhaber, besonders die gewisser französischer Eisenwässer finden es vortheilhaft, Tabletten aus den, oft an organischen Stoffen reichen Quellabsätzen bereiten zu lassen. Das ursprünglich ganz klare W. von Forges wirft in den Quellbassins an die Oberfläche röthliche, wollige, äusserst zarte Flocken auf, die einen gewissen metallischen Abglanz haben; einige sind ganz weiss u. seidenartig. Es sind dies Conferven von amorpher Masse umgeben. Im ferneren Verlaufe setzt das W. ein neues Depot ab, welches die unterirdischen Kanäle u. die Ausflussrinne auskleidet u. welches besteht aus Quell- u. Quellsalzsäure 147, Eisenoxyd 811 u. einem Reste (kohlens. Kalk, Conferven, Glimmer) 42 p. m.. Dies ist der zu Pastillen verarbeitete Stoff. An mehreren anderen Orten, z. B. noch zu Bussang (Vogesen), werden derartige Eisen-Tabletten durch Auswaschen, Pulverisiren, Schlämmen u. Eintrocknen der Ocker verfertigt; sie enthalten ausser Eisenoxyd oft auch Mangan u. zuweilen ziemlich viel Arsen, wenn auch in unschädlicher Form.

Ausser diesen Ocker-Tabletten kennt man auch solche, die vorzugsweise doppeltkohlens. Natron enthalten, z. B. die von Vichy, die aber oft nur insoweit mit dem W. von Vichy übereinkommen, als kohlens. Natron darin ist, übrigens Kunstprodukte sind. Ja man verfertigt sogar Vichy-Tabletten mit Weinsteinsäure u. Eisen. Die echten Pastillen u. das „sel de l'établissement de Vichy" werden zu Paris bereitet durch Zusatz von Zucker u. Arom zum echten Salze. Die Pastillen von Ems etc. verdienten wohl eine chemische Prüfung, um zu sehen, was dahinter steckt.

Die Schwefel-Tabletten von Bonnes sind blos ein schlechtes Artefakt (mit Zucker u. Gummi), worin Schwefel fein zertheilt ist (Henry). Kaum besser sind die „bols ou dragées d'Enghien", welche Schwefelcalcium mit Erdsalzen Gyps etc. aufnehmen müssten.

Si mutare paras longaevos cana capillos,
Accipe Mattiacas (quo tibi calva?) pilas. (Mart. XIV, 27.)

Angenommen, dass man zur Zeit des Martial zum Färben der grauen Haare aus dem Wiesbadener W. oder aus dessen eisenhaltigem Sinter Seifenkugeln bereitete, wobei freilich das färbende Prinzip schwerlich dem W. angehört haben würde, so hätte damals schon die Bade-Industrie der jetzigen den Weg zur Verfertigung der Quellseifen gewiesen. Vor einigen Jahrzehnden hat man sich aufs Neue damit abgegeben, aus dem Wiesbadener Sinter Seifen zu machen, wovon aber kein Gerede mehr ist. Es sind jetzt andere Quellseifen an der Tagesordnung; die weit von Aachen fabrizirte sog. Aachener Jod- u. Bromseife u. die Krankenheiler Jodsoda- u. Jodsodaschwefel-Seife u. die Sulzbrunner Quellsalzseife machen zur Zeit gute Geschäfte. Die Aachener Seife ist mehr nach ihrem Erfinder als nach der Aehnlichkeit mit dem Mineralgehalte des Aachener W. benannt. Seitdem die Grösse des Seifenverschleisses zum Thermometer der Civilisation geworden ist, muss auch der Verbrauch der Quellseifen als ein Zeichen des Fortschrittes, wenigstens des industriellen, angesehen werden. Man soll von Krankenheil jährlich viele Centner Seife versenden. Nach dem Geständniss des vorigen Besitzers that man Jod hinzu.

§. 246. Verstäubung und Verflüchtigung von Salztheilchen an Gradirwerken.

Der Uebergang von Salztheilchen in die Luft wird durch zwei Umstände wesentlich befördert, nämlich erstens durch die Vergrösserung der

Oberfläche der salzhaltigen Flüssigkeit u. namentlich durch die vielfache Vertheilung derselben in Tropfen, zweitens durch Temperatur-Erhöhung. Wie wirksam der erste Umstand dabei ist, zeigt sich beim Gradiren der Kochsalz-W., welches darin besteht, dass man diese in Dornwänden langsam heruntertröpfeln lässt, damit sie durch Verdunstung concentrirter werden. Es verspritzen dabei stets viele kleine Tropfen oder werden durch den Wind fortgeweht. Die Atmosphäre wird dadurch mit Salztheilchen geschwängert. Diese Salztheilchen mögen theilweise mit mehr oder weniger W. noch verbunden sein, theils nach Verdunstung des W. als Krystallflitter umherschweben. Von der starken, salzigen Schwängerung der Atmosphäre zunächst der Gradirhäuser, kann sich Jeder beim Sonnenschein auf den ersten Blick überzeugen, indem er sieht, wie Millionen von Salztheilchen in den niederfallenden Sonnenstrahlen flimmern. (v. Geeböck Achselmannst. 1848.) Auf grossen Gradirwerken fällt der Verlust von Salz ins Gewicht. Der Verlust an Salz kann selbst bei guter Gradirung ein Sechstel betragen, ja derselbe soll auf drei Zehntel allgemein abzuschätzen sein. So sollen zu Elmen täglich etwa 46 000 Pfd. Salz mit 575 000 Maass W. auf den Gradirwerken verloren gehen; Schönbach berechnete den Verlust auf 186 000 Pfund Salz im Sommer. Die W.-Verdunstung ist oft noch viel stärker.

Die Luft in der Nähe von Gradirhäusern soll nach Salz schmecken. Mir ist dies an mehreren Gradirwerken nie aufgefallen. Das Salz soll sich auch wohl an emporragenden Gegenständen anlegen. Vielleicht ist dieser Anflug aber zum Theil aus verdunstetem Chlor u. aus dem Ammon der Luft entstandener Salmiak. Salzsäurespuren wurden in der Gradir-Atmosphäre von Halle u. Salzuffeln nachgewiesen, während dies an andern Gradirwerken nicht gelang. Der Geruch nach Chlor, Salzsäure, Brom, Jod oder Seetang an den Gradirhäusern ist nicht so bestimmt, dass er nicht verschieden gedeutet worden wäre. Auffallend soll ein Meeresatmosphären-Geruch zu Elmen sein, wo das Träufelwerk ½ St. lang ist u. bei günstigem Wetter täglich an 2½ Millionen Quart auf 27 500 Qu.F. einseitiger Gradirfläche, zur Mittagszeit stündlich fast 200 000 Maass (mehr als von einer Quadratmeile des Weltmeeres unter der Linie in derselben Zeit) verdunsten. In Schönebeck, wo etwa 2400 Eimer Soole verdunsten, soll kein Soolgeruch bemerkt werden. Nach Kastner riecht man besonders bei Sonnenschein an den Gradirhäusern zu Kissingen Bromchlor (?), während an trüben Tagen Salzduft in die Nase dringe. »Es ist möglich,« fügt er hinzu »dass nicht sowohl durch Salzduft, d. i. mittelst des Wasserdampfes vergastes Salz, als vielmehr durch Dunstbläschen, deren Hüllenwasser Salz gelöst enthält, das Salz anscheinend gerochen, wirklich aber nur geschmeckt wird, indem die mit dergleichen Dunstbläschen erfüllte Luft in den Gaumen dringt.« Er führt übrigens einen, wie mir scheint, nicht entscheidenden Versuch dafür an, dass das Salz wirklich als Dampf in die Luft geführt werde. Essigsaures Quecksilberoxydul erlitt nämlich eine weiss bleibende, Silbersalpeter-Lösung eine weisse, am Licht bald purpurn werdende Trübung durch die Gradirhausluft. Auch Brandes fand, dass die Salinenluft die Silberlösung roth färbte. (Er fand in dem bei der Saline Salzuffeln gefallenen Regen 0,16 Z.T. Salze.) In der an W. gebundenen Luft eines Fasses, worin man eine Kochsalzlösung

wiederholt colirt hat, bildet Silbersalpeter weisse Wolken. (Hermbstädt in Abh. der Berl. Ak. d. Wiss. 1814.) Vgl. noch Gräfe Gasquellen 490, 520.

§. 247. Mineralischer u. organischer Gehalt der Seeluft.

Die endlos hingedehnte Fläche des von Wind u. Fluth bewegten Meeres bietet ähnliche Verhältnisse, wie die stille Bewegung in den Dornen der Gradirwerke. Je mehr die Wellen durch Sturm u. Brandung in Tropfen verwandelt werden, desto grösser ist die Oberfläche, welche an die Luft W. u. Salz abgibt. Das Salz wird nun nach Verdunstung des Wassers als feinster Staub von der Luft fortgetragen. Man schmeckt nicht selten das Kochsalz der Meeresatmosphäre. Doch ist dieser Salzgeschmack der Seeluft nicht immer in gleichem Maasse wahrzunehmen; am deutlichsten empfindet man ihn beim ersten Eindrucke. »Selbst bei anhaltender Windstille« sagt Gräfe »u. bei noch so ebenem W.-Spiegel beobachtete ich die fragliche, oft sogar auffallend hervortretende Eigenschaft des Dunstkreises nicht nur auf hohem Meere sondern auch am Strande, u. selbst in einiger Ferne von den Küsten. Sie fehlte, wenn man ihre geringen Abstufungen nicht unbeachtet liess, nur ausnahmsweise. Irgend eine Uebereinstimmung ihrer mannigfachen Gradationen mit besondern barometrischen oder thermometrischen Verhältnissen war bei gleich gestelltem, ruhigem Wetter nicht aufzufinden, wohl aber zeigte sich die betreffende Erscheinung, unter dem eben bemerkten Bedingnisse, bei umzogenem Himmel deutlicher u. dagegen an sonnigen Tagen unbestimmter. Als im Sommer 1836 trübes Wetter vorherrschte, spürten die Badegäste Norderney's, während der Strandpromenaden, beinahe täglich, u. oft während vollkommen stiller Luft, bei jedem Einathmen, vornehmlich aber dann, wenn sie die Zunge über die Lippen bewegten, einen auffallenden Salzgeschmack. Um vieles seltener war dies während des Sommes 1837 bei wolkenlosem, fast beständig klarem Himmel. Dasselbe, jedoch der Intensität nach mehr zurückgetretene Phänomen wiederholte sich in der Binnengegend des kleinen Eilandes, dessen gesammter Flächeninhalt auf $^{1}/_{5}$ □Meile angegeben wird. Mitten auf dem länglichen, gesenkten, von Dünen überragten Plateau vermisste ich die fragliche Erscheinung nur dann, wenn dieselbe selbst am Strande unerheblich vorkam. Zur Zeit, wo die Inselatmosphäre gemäss ihres allgemein verbreiteten Salzgeschmackes mit verdunstetem Chlornatrium imprägnirt erschien, brachte jeder Halm des für die Erhaltung der lockern Hügel so wichtigen Seehafers, jedes Blättchen der Pimpinellenrose, jede Knospe der maiblumähnlichen Pyrola, mit der Zunge berührt, die erwähnte Empfindung verstärkt hervor.« Dieses in der Luft zertheilte Salz bildet an den ihr ausgesetzten Gegenständen nicht selten sichtbare Anflüge, welche von Halem, Bluhme, Gräfe (von diesem als vollkommen kubische Krystalle mit der Loupe) wahrgenommen wurden. Unter begünstigenden Umständen werden die Seewasser-Wolken meilenweit fortgetragen u. überziehen Dächer u. Fensterscheiben, wie es zu Salem u. Manchester beobachtet wurde (Amer. Journ. de Sullim. 1819), mit Salzhäutchen. Salisbury fand 1808 nach einem heftigen Windstosse die Fensterscheiben seines einige Kilometer von London entfernten Landhauses mit Staub, der ziemlich reines Kochsalz war,

bedeckt; dieser Salzreif hatte sich über 10 Kilometer weit erstreckt. Auch Leuwenhoek, Fuller, Dalton machten die Beobachtung, dass von heftigen Stürmen das Meersalz bis zu weiter Entfernung fortgeführt werde. Das salzige W. von Felsen-Höhlungen einer Insel Neufoundlands soll als W.-Staub durch den Schlag der Meereswogen über 200 Meter hoch gehoben worden sein (Gilb. Ann. XXX, 1808, 200). In südlichen Gegenden ist die Seeatmosphäre oft dermassen mit Kochsalz beladen, dass es auch beim ruhigsten Wetter Erde u. Gebäude mit weissen, liniendicken Ueberzügen bedeckt u. an der Ostküste des todten Meeres werden die Kleider der Reisenden zuweilen mit Salzlagen inkrustirt.

So oft Wiedasch bei den verschiedensten Richtungen des Windes, wenn nur nicht ein trockner O oder SO herrschte, der Strandluft ausgesetzte Glastäfelchen nach künstlicher Verdampfung des W. unter dem Mikroskope untersuchte, fand er stets neben den Würfelkrystallen des Chlornatriums auch dendritische Krystallformen (Salmiak?). Nach Carrière's Untersuchung enthält die Seeluft aber nur bei bewegter See Chlornatrium, das die Winde dem Ufer zutreiben.

Mit Reagentien hat man auch nicht selten gewisse Bestandtheile des Seewassers in der Seeluft nachgewiesen. Einige derselben sind flüchtiger Art u. machen sich schon dem Geruchsorgane bemerkbar, ohne dass dieses über ihren Namen sichere Auskunft gibt. Der Seegeruch verräth die Meeresnähe auf untrügliche Weise (Gräfe). Der Geruch des Meeres ist sehr deutlich, oft für Sensible unangenehm, chlorähnlich (daher auch jod- u. bromähnlich), zugleich etwas empyreumatisch, besonders merklich bei u. nach Stürmen, wodurch die jod- u. bromhaltigen Meeresprodukte zertrümmert u. ans Land geworfen werden (Dauvergne). In einer offenen Flasche verliert das Meerwasser diesen Geruch (Ders.). Waaren, besonders poröse, nehmen beim Seetransporte einen an Brom erinnernden Geruch an. Man leitet den Seegeruch meist ab von der leichten Zersetzbarkeit des Chlormagnesiums, was im Meerwasser ist. Sprengel wollte gefunden haben, dass die Beleuchtung der am Strande häufig vorkommenden Glaux maritima aus derselben Chlor entbinde (Kastner's Arch. II). Es ist auch nicht zu bezweifeln, dass die Kohlensäure der Luft u. die gegenseitige Zersetzung der Salze unter Umständen Jod u. Brom aus ihren salzartigen Verbindungen frei machen können.

Enthält die Seeluft wirklich Jod oder Brom? Weder Verhaeghe noch Witting (1846) konnten Jod in der Seeatmosphäre nachweisen, ja nach Chatin, der diesen Stoff doch überall aufspürte, hält die Meeresluft weniger davon als die Luft mitten in Frankreich. Die Menge des Jods wird also gewiss sehr gering sein. Auch für die Gegenwart von Brom hat man keinen chemischen Nachweis. Freies Chlor, das sich so leicht an der Luft umwandelt, kann auch kaum in der Meeresluft vorkommen, wohl könnte freie Salzsäure darin vorhanden sein. Nach Formey u. Krüger wurde das der Strandluft zu Doberan ausgesetzte Lakmuspapier selbst nicht während vorherrschenden Nordwindes geröthet. Dagegen hatte Hermbstädt eine selbst an der Luft bleibende Röthung wahrgenommen u. nach Ruitinga wurde das Lakmus besonders dann geröthet, wenn nach trockenem Wetter das Meer tobte (majori aestu ferveret). Als Reagens auf das mit Wasserstoff oder Natrium

verbundene Chlor dient der Silbersalpeter. Dies Reagens bildet aber in der Seeluft einen Niederschlag von eigenthümlicher weinrother oder violetter Färbung. Diese Farbe wurde meistens der Einwirkung des Lichtes auf die Silberverbindungen zugeschrieben, wobei bald ein eigenes Gas, z. B. Wasserstoff, Phosphorwasserstoff, bald der Wasserdampf (Pfaff), bald organische Materie, bald die Salzsäure mitwirken sollte. Die über diese Färbung lange geführten Verhandlungen haben noch kein sicheres Ergebniss gefördert; nur ist nicht mehr zu bezweifeln, dass organische, flüchtige Stoffe (ätherische Oele? Infusorien?) dabei thätig sind. *)

Mittels Silbersalpeters haben Vogel (Gilb. Ann. 1820, St. 9, 93—99), Rossem, Driesen (zu Amsterdam; s. Schweigg. Jahrb. XXXVI, 139—156), Humboldt, Pfaff, A. Vogel, Nicolle, Cenedella, Mulder, Roubaudi (bei Venedig, wenn das Meer schäumte) Chlor im Seedunstkreise nachgewiesen oder haben es sogar in nicht unbeträchtlicher Menge fixirt. Diese Reaktion tritt nicht jederzeit in gleichem Grade ein. Verhaeghe fand einmal in 2386 Liter Meeresluft keine Spur Chlor, ein anderes Mal bei WNW erhielt er aus 2028 Liter ein olivenfarbiges Präcipitat, 0,39 Grm., schwer löslich in Ammoniak, unlöslich in kochender Salpetersäure. Die Reaktion des Silbersalpeters war nach Witting besonders Mittags deutlich (Buchner's Rep. 1846). Mehrere Chemiker (Buchan, Thuessink, Pfaff, Hermbstädt, d'Alton) sollen das Chlornatrium in der Luft nicht blos über dem Meeresspiegel, sondern auch am Strande u. selbst im Gebiete grosser Seestädte gefunden haben. Ob die genannten Chemiker wirklich das Natrium nachgewiesen haben, weiss ich nicht; doch kann der Regen, besonders der vom Meere aufgestiegene, Kochsalz enthalten. Bei Bayonne, 4 Kilom. vom Meere ab, war das Meteorwasser reicher an Salzsäure als zu Dax, 30 Kilom. von der See entfernt (Meyrac). Zu Paris ist mehr Chlor im Regen, wenn der Wind vom Meere weht (Chatin). Meereswind brachte zu Montpellier salzigen Regen; bei Nordwind war kein Atom Salz im Regen (Chaptal). Martin fand in einem Sturmregen zu Marseille 4,3 Milliontel Chlor ohne eine Spur von Jod. Vgl. S. 119.

---

*) Vgl. Berzelius in Kon. Vet. Ak. Aorsb. 1822 u. 23, Zimmermann in Kastn. Arch. I, 257—91, 299; — die Resultate dieser Arbeit sind unsicher — Kastner's Arch. XV, 97—101, XVII, 196—8, Berzelius in s. Jahrb. III, 69. Besonders die Regen-W., welche beim Verbrennen einen bedeutenden kohligen Rückstand hinterliessen, gaben eine durchs Gelbrothe ins Weinrothe übergehende Färbung (Zimmermann, Brandes). Krüger fand dies das Silber röthende Princip am deutlichsten in der Höhe von 21', am schwächsten 1' über der Meeresfläche u. fand es Morgens stärker als Abends. Er unterschied eine gelbliche Färbung, die auch im Dunkeln eintrat, von einer röthlichen, ins Violette übergehenden, die nur bei Licht stattfand (Schweigg. J. N. R. VI). Man hat bei diesen Versuchen die desoxydirende Wirkung vieler Substanzen auf Silbersalze u. ihre Violettfärbung am Lichte zu beachten. Gräfe machte eine Reihe von Versuchen sowohl auf hoher See als am Strande Norderney's. Die Färbung war ausnahmsweise dem weissen Wein ähnlich; meistens kam von Anfang an eine bläuliche Röthe zum Vorschein, die besonders bei Lichtzutritt in dunklen Purpur überging. Bei Seewind (besonders bei einem heftigen Orkane) war die Färbung am stärksten. Das gefärbte W. legte einen dunkelbraunen Satz ab. Der Satz war gallertartig, faulte mit Gestank, roch wie Wolle beim Verbrennen.

§. 248. Veränderungen zerstäubter Mineralwässer.

Die der Zerstäubung durch künstliche Vorrichtungen im Kleinen (Néphogène, Nebel-Apparat, Pulvérisateur) ausgesetzten M.W. erleiden durch die (freilich nicht bis zur Kleinheit der Nebelbläschen getriebene) mechanische Zertheilung alle die Einflüsse, welche aus dem gesteigerten Zutritte der atmosphärischen Luft u. aus der durch Oberflächenvermehrung gesteigerten Verdunstung hervorgehen: Oxydation des Eisens u. des Schwefels, Verflüchtigung der CO^2, Absorption von O u. N, Concentration der Salze u. s. w.. Doch ist nicht zu übersehen, dass besonders die Verdunstung durch die bald stattfindende Sättigung der Luft eine Grenze erreicht.

Nach den Versuchen, die Filhol mit pulverisirtem W. zu Marlioz anstellte, ist im Inhalationssaale nur sehr wenig HS zu merken, dagegen im pulverisirten W. ein grösserer Reichthum an unterschwefligsaurem Salz als vorher zu finden. Hier muss sich also die Schwefelverbindung theilweise in unterschwefligsaures Salz verändert haben. Soll der chemische Vorgang zu Pierrefonds nun aber ein anderer sein? Im dortigen Saale roch es stärker nach Schwefel als in jedem andern Raum der Anstalt nach de Pietra Santa u. es wurde von Poggiale constatirt, dass das Schwefelnatrium von 0,23—0,24 in 10000 durch das Pulverisiren (u. Aufsammeln) des W. fast bis auf 0 sank, oder dass vielmehr die Schwefelmessung mit Jod fast 0^0 im pulverisirten W. anzeigte. Da nun auch bei Gegenwart von unterschwefliger Säure diese vom Schwefelmesser angezeigt worden wäre, so muss auch diese nicht (oder nicht mehr) vorhanden gewesen sein.

Eine Commission der hydrologischen Gesellschaft zu Paris hat sich auch mit den Veränderungen beschäftigt, welche die Schwefelwässer durch die sogenannte Pulverisation (Zerstäubung) erleiden, wobei sie sich des Apparates von Mathieu, auch wohl des von Sales-Girons, bediente. Sie nahm, um die ursprüngliche Beschaffenheit des W. u. die Veränderung desselben sicher beobachten zu können, jedesmal W. aus derselben Flasche für Versuch u. Gegenversuch. Es wurde der Grad der Schwefelung des W. nach gewohnter Weise bestimmt, aber auch, um den wirklichen Gehalt genau zu haben, dasselbe W. vor dem Titriren mit Chlorbaryum u. wieder mit Chlorbaryum u. essigs. Zink behandelt; aus diesen 3 Versuchen ergab sich der wirkliche Schwefelgehalt. Die erste Versuchsreihe galt den W. von Cauterets, Gazost, Bonnes, Enghien, Gamarde, welche zum Theil in gewöhnlicher Weise auf die Flaschen gebracht worden waren, theils, nachdem diese vorher mit Wasserstoff angefüllt worden. Der Verlust, den die W. erlitten, betrug selten unter die Hälfte, meist über 70 %, zuweilen 100 % u. zwar meist 0,04—0,08 Z.T. Schwefel (0,3—0,6 Jod), öfters noch mehr. Ich führe aber die einzelnen Werthe nicht an, weil diese Prüfungen nicht ganz der Wirklichkeit entsprechen. Theils nämlich spritzen die Apparate das W. so langsam, dass eine geraume Zeit (1—1½ Stunde) erfordert wurde, um das Versuchsquantum, 250 Gr., zu sammeln, welches unterdessen viel Schwefel verloren hatte, den es, so lange es in Staubform war, noch enthielt. Eine zweite Versuchsreihe, wobei das zerstäubte W. sogleich in eine titrite Jodamylumlösung fiel, ist wichtiger. Diese Versuche wurden ausgeführt mit dem Hydrofère-Apparate

u. mit dem Apparate von Mathieu; in beiden ist es ein Luftstrom, der das W. zertheilt. Auch hier wurden in einem Versuche (Bonnes 2) die Carbonate, Silicate u. Hyposulfite durch Chlorbaryum ausser Wirkung gesetzt. Es zeigte sich nun entweder eine Verminderung oder eine Vermehrung des absorbirten Jods, wie folgende Tabelle darthut.

D Verlust auf Jod bezogen, in den Fällen, wo † vorgesetzt ist, aber Zuwachs; jedesmal auf 10000 W. berechnet. DP Verlust, resp. Zuwachs, in Prozenten des Jods (Schwefels)

Quelle	D	DP
Barèges 1	,011	1,9
„ 2	† ,104	† 11,8
„ 3	,042	7,2
Enghien 1	1,188	66,
„ 2	,926	65,1
Gamarde	,748	67,7
Bonnes 1	,266	33,7
„ 2	,34	54,
Cauterets (César) 1	,045	7,7
„ „ 2	,03	4,5
„ „ 3	,025	5,6
„ „ 4	† ,011	† 2,
„ „ 5	,061	9,
„ (Espagnols) 1	† ,021	† 4,7 *)
„ „ 2	† ,096	† 2,5
„ (Raillère)	,011	2,5

*) Mittel aus 4 Versuchen.

Nach diesen Versuchen verlieren die W. mit *CaS* oder *HS* (Enghien) beim Zerstäuben sehr viel von ihrem Schwefel; auch die W. mit *CaS* u. *NaS* (Bonnes) verlieren bedeutend, dagegen sehr wenig die W. mit *NaS* (Cauterets); ja es kann bei diesen stabilen Wässern (z. B. Espagnols) der Fall eintreten, dass das W. eine Concentration erleidet u. im Schwefelgehalte nach dem Pulvern stärker ist, als es davor war. (*Annal. d'hydrol. de Paris, VIII, 1861—62.)

§. 249. Mineralischer Gehalt der Sooldämpfe.

Einige Chloride gehen bei der Destillation mit W. entweder unzersetzt, wenn auch nur in geringer Menge, in das Destillat über oder unterliegen einer Zersetzung beim Erwärmen u. es findet sich dann ein Bestandtheil derselben in der übergegangenen Flüssigkeit.

Witting fand zwar nicht, dass sich bei der Destillation der Lösungen von Chlornatrium, Chlormagnium oder Chlorkalium Salzsäure oder Salztheilchen verflüchtigt hätten; ebensowenig fand dies Pfaff bei Chlornatrium, -kalium oder -calcium; es läuft dies aber gegen die Ansicht von Hermbstädt an, wonach Kochsalz sich unter Mitwirkung von Wasserdampf schon bei geringer Wärme in etwa verflüchtigen soll u. gegen die Versuche von Krüger, Cenedella, Meyrac, die im Destillate des Meerwassers selbst Natron antrafen.

Es ist von Chlorcalcium bekannt, dass darüber hingeleiteter Wasserdampf Chlor aufnimmt. Die Verflüchtigung von Chlor oder Salzsäure bei der Destillation von Meerwasser ist von mehreren Chemikern, namentlich von

Pfaff, beobachtet worden. Aehnlich wie mit dem Meerwasser verhält es sich mit Soolwässern.

Torosiewicz destillirte Drohobyczer Sool-Mutterlauge mit der Vorsicht, dass durch eine Papierkappe das Ueberspritzen (auch das capillare Fortziehen? Ref.) der Flüssigkeit verhindert wurde. Das Destillat war säuerlich, röthete bleibend das Lakmuspapier u. zerlegte das salpetersaure Silber. Aus 1 Pfund Mutterlauge hatten sich 2,01 Grane Chlor entwickelt u. zu Salzsäure umgewandelt. Brom war nicht zu finden, vielleicht weil es in der Mutterlauge an Kalium gebunden war. Aus Brommagnesium würde es sich wahrscheinlich entwickelt haben. (Buchner's Rep. 36. Bd., 192.)

Lohmeyer leitet das Wirksame der Salinendämpfe von den am Rande der Siedpfannen, auch bei geringerer Wärme sich zersetzenden Salzkrusten, namentlich denen des leicht zersetzlichen Magnesium-Chlorids ab. Doch bemerkte er dabei nie den Geruch nach Salzsäure u. in wiederholten Versuchen reagirte der niedergeschlagene Sooldunst nicht im Geringsten sauer. An Regentagen riecht es in der Umgebung der Sudpfannen aber ganz deutlich nach Chlor (Frölich).

Heller untersuchte 10 Unzen W., welches in einem der von den Sudpfannen entferntesten Dampfkabinette durch Abkühlung der Dämpfe in einer Retorte gesammelt worden war. Das W. enthielt keinen feuerfesten Bestandtheil, namentlich kein Kochsalz, wohl Salzsäure u. reagirte davon sauer. (Pollak in Wien. med. Wochenschr. 1858, No. 16.)

Im Soolqualme beschränkter Siedereien, die nur bei einer mässigen Hitze arbeiten, ist der Chlorgeruch u. sind die Salzanflüge nicht leicht wahrzunehmen. Auf der Saline Pyrmonts, wo gradirte Soole 6—8 Tage lang gesotten wird, bevor sie Salz abgibt, blieben daher alle von Krüger u. von *Gräfe angestellten Versuche, Salztheile, Jod oder Brom in den Dämpfen aufzufinden, fruchtlos.

Im Allgemeinen hat man auch nur einen geringen Gehalt der Dämpfe an mineralischen Stoffen gefunden, u. selbst dieses Wenige scheint meistens daher zu rühren, dass man nicht vorsichtig genug gewesen ist, den Salzwasserstaub, der sich so leicht durch Aufspritzen der kochenden Flüssigkeit bildet, abzuhalten.

*Bernhardi untersuchte (gegen 1844) den Sooldunst, der zu Salzungen auf diese Weise erlangt wird, dass man Soole u. Mutterlauge in Kufen durch Dämpfe zum Sieden bringt. So erhielt man durch Niederschlagen der bei etwa 47°5 C. erzeugten Dämpfe an einer kalt gehaltenen Retorte aus 10 Unzen 3 Gran salziger Bestandtheile oder aus 10000: 6,25, wovon aber $^1/_{10}$ aus organischen u. flüchtigen Theilen bestand.

Hierin waren enthalten:

Chlor	3,312	(Natrium	2,058 der Rechnung nach).
Schwefelsäure	,056	(Sauerstoff	,012)
Magnesium	,035	Organisches	,625
Calcium	,067	(Summe	6,165).

Chlor für Chlornatrium	5,108
„ calcium	,181
„ magnium	,15
Schwefels. für schwefels. Natr.	,102.

War die Temperatur des Dunstes über 50° gewesen, so schien das Verhältniss der Salztheile gegen einander im erhaltenen Sooldunst-W. dasselbe geblieben zu sein.

Der Sooldampf von Nauheim enthielt nach Mialhe in 10000 W. fast 3 Z.T.

Chlornatrium	2,	ferner spurweise Kalk, Magn.,
Ammoniaksalze	0,03	Eisen, Jod, Kiesels., Sal-
Organisches	0,6	peters., Kieselerde.

Der condensirte Dampf zu Artern enthielt einen Salzbetrag von 15—18 Z.T.

	Vom Stöhren	Vom Soggen
Chlornatrium	9,71	12,41
„ kalium	,6	1,03
„ magnium	1,4	
Schwefels. Kali	1,	1,16
„ Magnes.		1,03
„ Kalk	1,95	,92
„ Eisen	,05	,25
„ Thonerde	,13	,67
Kieselerde	,03	
Organisches	,46	,56.

Aus der salzreichen Soole Kösen's bilden sich nach Rosenberger's Versicherung in den Brodemfängen unablässig Salzanflüge u. an den Salinen zu Ischl setzen die muriatisch riechenden, salzig u. säuerlich schmeckenden, das Lakmuspapier röthenden Dämpfe auf kalten Flächen reichliche Salzanflüge an. Nach *Mitscherlich hat die sich im Brüthenfange der Soolsiedereien ansetzende (u. dort concentrirte?) Flüssigkeit oft 1 % Kochsalz.

Die Salinendämpfe der Salzdörrkammer, welche Erlach zu Ischl untersuchte, hielten in sich Salzsäure, theils frei, theils in Form von Salmiak, ferner Brom u. einen brenzlichen Stoff. Sie schmeckten säuerlich u. rochen stark nach Salz. Die Quantität des dort täglich verdunstenden Broms wurde auf 2 Loth berechnet. — Fuss, der aus 10000 Th. Elmener Siedesoole fast 6,5 Th. Erdharz geschieden haben will, schreibt den eigenen unangenehmen Geruch, der beim Versieden dieser Soole bemerkt wird, dem Erdharze zu.

Die in dem Sooldunstbade zu Elmen aus der Badesoole mittels Wasserdampf entwickelten Dünste (I) u. die über den Siedepfannen zu Schönebeck (II) gewonnenen Sooldämpfe wurden durch Einhängung von Glasretorten, welche mit der Schmuckerschen Mischung gefüllt waren, an diesen tropfbar niedergeschlagen, der Niederschlag in umgekehrte Helme gesammelt u. sofort aus der Wärme gebracht u. dann von Steinberg untersucht. Die Wässer waren vollkommen klar, II schwach gelblich braun. Beide W. schmeckten schwach, aber rein salzig. Der beigemischte organische Stoff war theils im W., theils im Weingeiste löslich. Der feste Gehalt soll 166—188 (?) Z.T. betragen haben.

Auf 10000 Grammen (zufolge der Rechnung auf 100 Gramm in *Lohmeier Soolqu. zu Elmen, 1846, auch in *Lohmeier Sooldunstbäder 1840).

	I	II	
Brommagnium	7,2	5,8	
Chlornatrium	162,5	146,5	
„ magnium	,1	2,2	
„ calcium	3,5	3,5	
Schwefels. Magn. *)	2,2	1,9	*) u. Natron.
„ Kalk	6,3	6,1	
Fester Gehalt	181,8	166,	
Spez. Gewicht	1014,4	1013,	bei 16°25.

Dieser Befund ist so abnorm, dass er nur sehr geringen Glauben verdient. Kann man auch zugeben, dass bei einer 100° C. übersteigenden Wärme, also

bei II eine sehr merkliche Menge Salz überdestillirt, so ist doch rein unglaublich, dass durch Einleiten von Dampf in die Soole eine so concentrirte Flüssigkeit gewonnen worden sein sollte. Es muss sich hier Salz in irgend einer Weise eingeschlichen haben.

Es gibt ähnliche Analysen von Sooldunst-Wässern, die zu Salins u. Salies gesammelt wurden, u. welche ebenfalls einen ungemein hohen Salzgehalt ergaben; woran wahrscheinlich auch das Verspritzen von concentrirtem Salzwasser beim Sieden die Schuld trägt.

Der von Germain an einer Flasche mit Eis zu Salins (Jura) condensirte Sooldunst (oder wohl grösstentheils verspritztes Soolwasser) enthielt nach Reveil in 10000 ausser Spuren von Brom u. Kali

		oder	
Chlor	247,57	Chlornatr.	340,063
Schwefels.	41,3	„ magn.	55,124
Natron	212,2	Schwefels. Natr.	73,307
Magnesia	23,21		485 (?).
Organisches	16,5		

Die Soole selbst enthielt 3021, worin auch viel Kali.

Das W. der in ähnlicher Weise im Sudhause zu Salies (Béarn) condensirten Dämpfe hielt 213 Z.T. Salze in Lösung u. zwar:

Brom	0,0825	(Brommagn.	0,0949)
Jod	1,2403	(Jodnatr.	1,4618), ausserdem

Natrium, Magnium, Calcium, Spuren von Sulfaten.

In den Inhalationssälen, in denen W.-Dunst (z. B. zu Oeynhausen) oder Gase durch mechanische Zertheilung des W. entwickelt werden, kann sich leicht der Luft ein geringer Antheil mineralischer Substanzen durch Verspritzen des W. beimischen.

Das W. der Inhalationsdämpfe zu Allevard enthielt ausser Spuren von Jod, Thonerde u. Kiesels. noch 0,033 Z.T. fester Substanzen, nämlich:

N Cl	,012	$CaO\,SO^3$	,003
$NO\,SO^3$	,008	$MgO\,CO^2$	,002
$MgO\,SO^3$	,004	$Ca\,CO^2$	,004.

§. 250. Salzige Bestandtheile in den Dämpfen anderer Mineralwässer.

Ausser den gewöhnlichen Gasen der Thermal-W. gibt es in einigen derselben Stoffe, die ihre Neigung zum Freiwerden schon bei gewöhnlicher Temperatur dem Geruchssinne nicht selten offenbaren (z. B. Brom, vorzüglich aber Jod) oder die bei höhern Temperaturen wirklich flüchtig sind (vornämlich Ammoniaksalze, auch Arsen?). Zu den flüchtigen gehören auch manche Riechstoffe der M.W., die namentlich ätherische Oele (Naphtha etc.), Ameisensäure (auch Buttersäure? etc.) nicht so ganz selten enthalten. Ammoniak fand Henry in den Dämpfen des W. zu Vichy (in den künstlichen Dämpfen nämlich, neben CO^2, einer Spur Jod u. organischer Substanz). Auch Chevallier nahm hier, ebenso wie zu Evaux, Chateauneuf, Bourbonne, in den Dämpfen Ammoniak wahr (nur in dem aus Verdunstung gebildeten Mauersalze?). Doch nicht blos derartige leicht flüchtige Stoffe können sich den Dämpfen beimengen, sondern auch mehr feste Substanzen. *)

*) Die Idee des Verflüchtigens fester Substanzen war Plinius nicht ganz fremd, er sagt nämlich: „Influit Tigris lacum Arethusam omnia illata pondera sustinentem et nitrum nebulis exhalantem“ (VI, 26).

Manche als nicht flüchtig geltende Salze u. deren Bestandtheile erlangen nämlich durch Hülfe des W.-Dampfes eine gewisse Flüchtigkeit. Zunächst erinnere ich an die für sich so fixe Borsäure, die wir in den wässerigen Fumarolen antreffen (§. 174) u. an ähnliche, (§. 10) schon erwähnte Beispiele. Nach Saladin's Versuchen (1830) werden arsenige Säure, Quecksilbersublimat, Schwefel, Kalk durch W.-Dämpfe verflüchtigt. Nach Larocque (Journ. de Pharm. 1848) werden Kali, Natron, phosphors. Natron, salpeters. u. arsenigs. Kali oder Natron, die Sulfate von Zink, Quecksilber, Kupfer, Eisen, Chlor-Quecksilber, -Zinn, -Zink, -Eisen unter ähnlichen Umständen flüchtig. *)

Dazu kommen einige positive Versuche, welche einen sehr geringen Salzgehalt der (künstlich erzeugten?) Dämpfe nachgewiesen haben. Im Dampfbade von Plombières enthielt das gesammelte schwach alkalische W. Kieselsäure, Ammon, Spuren von Chlor u. CO^2; mehrere Reagentien zeigten etwas organische Materie an u. zwar eine Glycerin-ähnliche u. eine krystallinische Substanz. (Henry?) Aus 9400 Litern der Dämpfe vom Dampfbade zu Royat gewann Nivet ein paar Centigramm (0,25 Z.T.) eines rostfarbenen, mit Salzsäure brausenden Residuums, worin sich Eisencarbonat (Oxyd) u. organische Materie, mit dem Mikroskop auch Koch- u. Glaubersalz nachweisen liessen. **)

Doch fehlt es auch nicht an einzelnen negativen Versuchen. In den Dämpfen der Hygiäaqu. zu Karlsbad hat Nentwich schon vor langer Zeit vergebens nach salzigen Theilen gesucht. In den natürlichen oder durch Kochen erzeugten Dämpfen zu Vichy war kein Natron zu finden (Barthez), was auch von Henry in den künstlichen Dämpfen nicht gefunden wurde.

§. 251. Quellenatmosphäre.

Man verbinde zwei Glaskugeln, von denen die untere mit Kohlensäure, die obere mit dem viel leichtern Wasserstoffgas gefüllt ist, miteinander durch eine enge Röhre; nach einiger Zeit werden beide Gase in beiden Kugeln gleichförmig gemischt sein. Man nennt diese Vermischung Diffusion. Alle Gase diffundiren ineinander. Stellt man Kohlensäure in einem offenen Glase ruhig hin, so wird sie trotz ihrer grössern Schwere bald entwichen sein. Ebenso sind die Bestandtheile des Luftkreises gegen das Gesetz der Schwere

---

*) Vgl. Hermbstädt von der Verdunstung feuerfester Körper in Abh. d. Ak. d. Wiss. z. Berl. 1814, Phys. 63—72.

**) Zu Montdore zeigte die Analyse in den künstlichen Dämpfen etwas Arsenik, aber nur in der Nähe des Feuers, wo noch verspritztes W. beigemengt war.

Zweifelhafter Versuch. Andrejewsky befestigte zu Abano über der Hauptthermen eine Glasscheibe so, dass diese blos von den Dämpfen bestrichen werden konnte u. sah schon nach wenigen Tagen ein weisses, ins Gelbliche spielendes, feuchtes Salz an derselben angeschossen, welches aus kohlens. Natron, kohlens. Kalk, Chlor in Verbindung mit Natrium, Magnium, Kalk, Eisen u. Gyps bestand. (Gräfe's Journal XV, 580.) Wie ging es hier aber zu, dass die Dämpfe ein allenfallsiges Sublimat nicht in eine wässerige Lösung verwandelten, die von der Glasplatte abtröpfeln musste? Wahrscheinlich hat sich Staub an die Platte angesetzt oder ist durch Capillarität Salzwasser daran gekommen.

überall gleichförmig gemengt. Jede Gasart geht so in einen mit einem anderen Gase erfüllten Raum hinein, gleichfalls als ob er luftleer wäre. Gasschichten verschiedener Wärme bleiben, wenn die wärmere, dünnere oben liegt, so lange übereinander liegen, bis die Wärmeverschiedenheit ausgeglichen ist.

Die Gase der Quellen haben ein sehr verschiedenes Gewicht; die schwereren, besonders Jod u. Kohlensäure werden sich nicht so schnell mit der Atmosphäre gleichmässig mischen, als die leichtern: Schwefelwasserstoff u. Sauerstoff, die beide jedoch noch schwerer sind als atmosphärische Luft. Am schnellsten wird sich Stickstoff der Luft mittheilen, weil er noch etwas leichter als Luft ist, besonders aber der leichte u. der schwere Kohlenwasserstoff, beide viel leichter als atmosphärische Luft. Die Kohlensäure macht sich wegen ihrer Schwere, je nach dem grössern oder geringern Luftwechsel u. der Grösse der Ausströmung an den Orten, wo sie frei oder mit W. hervorkommt, mehr oder minder bemerklich. Schon die Lichtbrechung verräth zuweilen die an der Erde oder auf dem W. lagernde CO^2. Seifenblasen fallen an solchen Stellen nicht sogleich zur Erde nieder, sondern flottiren auf der Oberfläche der dickern Luftschicht. Nach der Oertlichkeit u. der Stärke der Ausströmung erreichen solche Gasschichten eine mehr oder minder bedeutende Höhe.

Wiederholte chemische Versuche belehrten v. Gräfe, dass im Abstande von 1—10 F. oberhalb des dichtern Gasniveaus einer kohlens. Ausströmung zu Pyrmont der CO^3-Gehalt rasch von 8—3 % abfällt u. dass bei windstillem Wetter 20—30' u. mehr über den Mofetten noch ¼—1 % des fraglichen Gases sich in der Luft aufhielt. Brandes fand zu Meinberg in der über dem Erdboden am Brunnenplatze aufgefangenen Luft 1½ Vol. % und entfernter davon immer noch einen Ueberschuss von CO^2. In der Gaslage des Altbrunnens fand er 80 % CO^2 (v. Gräfe weniger), am obersten Sitze des die Qu. umgebenden Amphitheaters nur 2 %.

Die ungemein grosse Einwirkung des Schwefelwasserstoffs auf unser Geruchsorgan u. auf Reagentien in der Nähe der Quellen, welche ihn abgeben, hilft zur Entdeckung desselben, auch wenn er nur in sehr kleinen Proportionen vorhanden ist.

Gewisse Quellen verbreiten einen Geruch nach ätherischen Oelen u. andern organischen Stoffen.

Der Austritt aller dieser flüchtigen Stoffe wird durch die höhere Temperatur bei vielen Qu. befördert. Je wärmer die Qu. sind, um so mehr W.-Dampf geht in die Atmosphäre über u. um so mehr von den damit sich verflüchtigenden Substanzen.

An einigen Qu. werden durch die Einwirkung der Luft oder organischer Substanzen gewisse Gase erst gebildet u. offenbaren sich dann. Viele Quellabflüsse riechen nach Schwefelwasserstoff, der sich erst sekundär aus Sulfaten oder aus Schwefelmetallen gebildet hat. Unter andern Umständen findet eine Entbindung von Sauerstoff Statt.

Zuweilen gibt die Vermischung von Thermalwässern mit anderm, besonders schmutzigem Wasser, zur Entbindung schädlicher Effluvien Anlass.

Auch in weitere Luftkreise verbreitet, bilden die Gase, überhaupt die den Quellen entstiegenen oder aus denselben auf künstlichem Wege vertriebenen Stoffe eine eigene Ortsatmosphäre, in welcher selten chemische Reagentien etwas Besonderes nachweisen, häufiger aber unser Geruchsorgan etwas Eigenthümliches bemerkt. Gräfe nahm z. B. jedesmal einen eigenen erdeartigen Geruch wahr, so oft er sich Karlsbad näherte. Ziegler versichert, dass fast alle Ankömmlinge zu Marienbad wegen der Eigenthümlichkeiten der Atmosphäre, in den ersten Tagen, auch

ohne Gebrauch der Qu., über ungewöhnliche Abspannung, Schläfrigkeit und Eingenommenheit des Kopfes klagten. Steinmann's Angabe, dass die Luft dieses Kurortes etwas weniger Oxygen, als an anderen Orten habe, ist bis jetzt nicht weiter geprüft worden. Zu Pyrmont, wo ein Brunnen täglich 3300 K.F., alle Qu. mit den trockenen Ausströmungen zusammengenommen, nach Gräfe's Anschlag, 18000 K.F. Gas ausströmen, würde, wenn die CO^2 nur einen Tag stagnirte, ein Viereck von 140 F. Seite sich 1 Fuss hoch damit bedecken. Die ungeheueren Mengen Gas, welche sich zu Meinberg entwickeln, wo 2 Qu. täglich schon gegen 28800 K.F. liefern, bleiben nicht ohne Einfluss auf die Atmosphäre. Hier, wie an andern solchen Orten, soll sich denn auch eine pathogenetische Wirkung der Luftbeschaffenheit häufig offenbaren. (v. Gräfe Gasquellen, 269.)

Die Luft in der Nähe von Schwefelquellen ist mehrmals etwas ärmer an Sauerstoff gefunden worden, als gewöhnliche Luft mit 20,8 % O — in Bezug auf gleiche Volumina gesprochen.

*Du Menil fand in der Luft im Dorfe Eilsen 20,3—20,45 % O an verschiedenen Orten, in den Gaszimmern u. im Lokale der Gasdouche nur 19,95 %. Die Luft führte auch mehr CO^2 als gewöhnlich. Nach Ilisch sind die Gallerien (an den Quellen?) zu Isergiewsk von einer Luft gefüllt, die neben 79,43 N nur 20,55 (25,55 steht im Referate) O, ferner CO^2 0,0054, HS 0,00013 enthält (Med. Ztg. Russlands 1851).

Die ausführlichsten Analysen stellte *Filhol (Eaux des Pyrén. 1853) über diesen Gegenstand an. In den Gallerien, wo die Qu. entspringen, ist der Sauerstoff vermindert. Die Mischung der Luft ist an verschiedenen Stellen sehr ungleich.

In den Dampfbädern enthielt die Luft nur 19,45 O! u. in 100 Litern (0,0024 HS oder) 1,6 C.C., also in 1 Liter 0,016 C.C. oder in 100 C.C. 0,0016 C.C. Jemand, der hier 1/4 Stunde verweilt, wird 0,8—1,28 C.C. HS athmen (nicht 4,41, wie Filhol rechnet). Ausser dem feinen, in der Luft schwebenden Schwefel, zieht er also noch 1/50—1/30 Gran in die Lungen.

Die Luft der Douchen enthielt nur 19,2 O!, aber 0,00158 C.C. HS in 100.

Die Luft der Schwimmbade-Räume enthielt durchschnittlich nur 19,5 O, aber 0,001—0,0012 C.C. HS.

Auf die Zusammensetzung der Luft der Inhalationsräume werde ich in einer andern Schrift näher eingehen.

§. 252. Darstellung künstlicher Mineralwässer.

Scientia et potentia humana in idem coincidunt, quia ignoratio causae destituit effectum. Baco.

Literatur. *Bolley Chem. Technol. des Wassers, 1862, 100—110, mit Holzschn.; Hager Vollst. Anleitung zur Fabrik. künstl. M.W., mit vielen Holzschn., 1860, 96 S.; *Enzmann M.W.-Kuren u. Selbstbereit. der künstl. M.W. im Briet-Knigge'schen Apparate f. d. Hausbedarf, 1860; Keil Het Kunstmineralwater etc., Arnheim 1859; Lachapelle Des boissons gazeuses, 205 p.; Legrand Sur l'eau de Seltz etc. 3. éd., 108 p.; Pouillet (Bereitung von Schwefel-W.), 1858, 16 p.; Blum Natürl. u. künstl. M.W., 1853. (Abdr. aus dem Handwörterbuch d. Chem.) Mit Zeichn.; Schriften von Diehl 1856, Giersing, Kopenhag. 1850, Savaresse 1848; *Soubeiran Notice sur la fabric. des eaux min. 1843, 3. éd.; Sieh auch: Swaine u. Struve in Dingler's Journ. XVIII, Payen l. c. LXXXVII u. XC.

Besonders über Struve'sche M.W., theils freilich nur in medizinischer Hinsicht, handeln: *Struve Ueber Nachbildung etc. 2 H., 1824; King 1826 (Engl.); Struve's Künstl. M.W., 2 H. 1826; Hertz 1830 (Populär); *Annalen der Struve'sch. Anstalt. I—III, 1841—43; Bereitung etc., 1841; *Franz's Schriftchen, 1842 (Engl.).

Beschreibung u. Abbildung von Apparaten: älterer Apparate (von Planche, Vernaut u. Barruel) in *Henry Traité d'anal. chim. des eaux min. 1858, wo

man auch die von Savaresse, Ozouf, Gaffard, Bramah u. den Genfer beschrieben u. abgebildet findet) des Apparates von Caméron im Bull. de la soc. d'encourag. 1835, der von Savaresse u. von Soubeiran in Soubeiran Notice, des Ozouf'schen im Bull. de la soc. d'encourag. 1850, in Pharm. Centralbl. 1849, des Chaussenot'schen u. des Backewell'schen l. c. 1837, 644 u. 617, des Briet'schen in Dingler's polyt. Journ. CI, 364, CVII, 340, des Fèvre'schen in Mechanics Mag. LVIII, 196, der Bramah'-schen Maschine im Bull. de la soc. d'encour. pour l'industr. 1822, 216 u. Dingler's J. VII, des Liebig'schen in Polyt. Centralbl. 1851. Ein grösserer Apparat ist auch in Payen Gewerbschemie; 1852 abgebildet. Ueber die zu Paris ausgestellt gewesenen Apparate s. *Ann. d'hydrol. de Par. I, 307—321. Ueber Krüge für künstl. Selters-W. in *Baln. Ztg. VI, 378.

Bezugsquellen für Apparate. Die Pariser Sauerwasser-Flaschen sind auch in Deutschland viel verbreitet. Man sieht solche in Paris in kolossaler Grösse, die aber sehr theuer sind. Auch in deutschen Handlungen sind die Sauerwasser-Flaschen leicht zu haben. Liebig's (Darmstadt) gaserzeugenden Apparat (Krug) bezieht man durch W. Eckert et C. zu Frankfurt a. M. oder Dr. Marquart in Bonn. — M.W.-Apparate in allen Grössen bis zur Darstellung von über 1000 Flaschen täglich u. alles Zugehörige liefern die Handlungen von J. Gressler et C. in Berlin u. N. Gressler in Halle a. d. S. . Bei ihnen sind Prospekte u. Kataloge zu haben. Die Preise für dergleichen Apparate sind in der letzten Zeit heruntergesetzt.

M.-W.-Anstalten sind zu Aachen (2 Anstalten), Berlin, Brighton, Halle, Helsingfors, Kiew, Köln, Königsberg, Leipzig, Moskau, München, Petersburg, Riga, Stockholm, Stralsund, Warschau, Wien u. gewiss in noch vielen andern grössern Städten.

Verordnungen über künstl. M.W.-Anstalten (Gesetz vom 27. Nov. 1857) s. Baln. Ztg. VII, 46.

Ueber die Geschichte der künstl. M.W.-Bereitung s. in Lersch Gesch. d. Balneol. 1862.

»Omnis ars est imitatio naturae; itaque, quod de universo dicebam, ad haec transfer« sagt irgendwo Seneca. Dies heisst auf unsern vorliegenden Gegenstand angewendet: Nur in soweit können wir die Natur nachahmen, als wir sie kennen u. Alles, was in den vorhergehenden §§. über die Chemie der W. verhandelt worden ist, kann als eine Vorbereitung zur Kunst der Nachbildung der M.W. gelten.

Die Berechtigung zur künstlichen Darstellung der M.W. gab zunächst die Erkenntniss, dass manche M.W. selbst unter Zuthun menschlicher Arbeit sich bilden. *) Heute ist es der Wissenschaft gelungen, fast alle Bestandtheile der M.W. zu isoliren u. es nachzuweisen, dass eine in qualitativer u. quantitativer Hinsicht richtige Auflösung der Bestandtheile, wie sie die Analyse darthut, auch mit dem natürlichen W. identisch ist, soweit das Zeugniss der Sinne u. die Beobachtung der Wirkung im lebenden Körper dies darthun können. Das Geheimniss der Erzeugung der M.W. im Innern der Erde ist grösstentheils gelöst u. damit auch die Methode gefunden, sie darzustellen, u. dieses meistens noch auf einem viel kürzern Wege, als es in der Natur geschieht.

---

*) Dies gilt namentlich von gewissen Soolen, z. B. denen von Ischl, die nur aus einer Auflösung von Steinsalz bestehen. Im Innern des Gebirges werden sog. Wöhren gehauen, d. h. Räume, in welchen die Auslaugung des Salzes vor sich geht. Man lässt das W. so lange darin stehen, bis es mit Salz fast gesättigt ist,

Die künstliche Schwängerung des Wassers mit Kohlensäure findet gewöhnlich so statt, dass das W. mehr CO^2 annehmen muss, als einem einfachen atmosphärischen Drucke entspricht. Dazu gehört eine Compression des Gases, welche in zwiefacher Weise erzielt werden kann. Entweder wird das Gas durch eine Pumpe aus dem Gasometer geschöpft u. dann in einen geschlossenen Apparat hineingetrieben, oder das Gas wird von seinem Erzeugungsorte aus durch eigene Druckkraft ins W. hineingebracht. Jenes geschieht in den Pumpenapparaten, welche entweder nur das Gas oder W. oder Gas u. W. pumpen. Das W. nimmt nämlich beim Zusammentreffen mit dem Gase entweder einen grossen Raum ein, so dass die ganze Masse des W. zugleich mit CO^2 geschwängert wird, oder wird nach dem Bramah'schen Systeme in einem kleinen Recipienten jedesmal mit einer entsprechenden Menge des Gases zusammengebracht u. in den grossen Recipienten hineingepumpt. So oft der Arbeiter W. abzapft, so oft wird neues W. mit einem Theile Gas in Berührung gebracht.

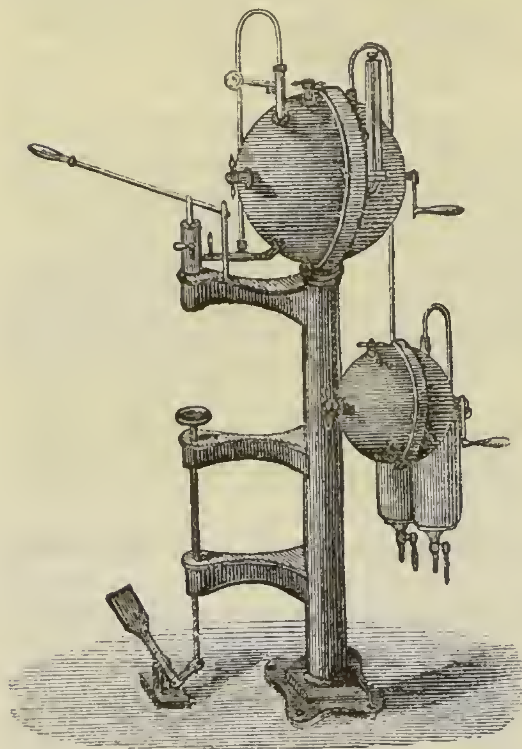


Fig. 6.
Selbstdruck-Apparat in Kugelform.

Wenn das Gas sich durch seinen eigenen Druck ohne Pumpe dem W. mittheilt, fällt der besondere Behälter für das Gas (der Gasometer) fort, weil der freie Raum im Entwicklungsgefäss u. im Mischgefässe dessen Stelle vertritt. Dadurch u. durch das Wegbleiben der Pumpen werden diese, gewöhnlich Selbstentwicklungs-Apparate, besser Selbstdruck-Apparate genannten Maschinen viel einfacher in der Anschaffung u. im Betriebe wohlfeiler, auch in mancher Hinsicht sicherer als die Pumpenapparate, weshalb sie dazu bestimmt scheinen, nach u. nach die Pumpenapparate zu verdrängen. Allerdings bleibt zu berücksichtigen, dass der dabei erforderliche, in allen Gefässen herrschende Druck die entsprechenden Vorsichtsmassregeln gegen das etwaige Zerspringen derselben erfordert; es lässt sich dies durch hinlängliche Stärke des Kupferblechs u. Anwendung eines Manometers erreichen.

Als kleinerer Selbstdruck-Apparat hat der Liebig'sche Krug grosse Verbreitung gefunden. Dieser Krug ist in zwei ungleiche Hälften getheilt. In die untere kleinere Hälfte wird zuerst das Natronbicarbonat, dann grob zerstossene Weinsteinsäure gebracht u. dann deren äussere Oeffnung schnell verschlossen. Das Gas ist dann genöthigt, durch capilläre Oeffnungen in den obern Theil überzutreten. Das eingeengte Gas treibt das W. beim Oeffnen eines Drückers durch eine am Boden der obern Abtheilung des Kruges anfangende Röhre hinaus. (Die genaue Beschreibung mit Abbildungen s. bei Blum.) Die Vorsicht gebietet, den Krügen keinen zu grossen Druck zuzutrauen,

da es wohl vorkommt, dass sie zerspringen, besonders wenn die Oeffnungen des Thonbodens sich verstopfen.

Auf einer der letzten Pariser Weltausstellungen waren mehrere kleinere Sauerwasser-Apparate ausgestellt; es waren entweder solche, in denen Gasblasen durch das W. gehen, oder solche, in denen das Gas über dem W. anlangt. Die gebräuchlichste Form, die bekannteste Abänderung der von Nooth angegebenen ist, die nach Briet von Mondollot frères ausgestellte: Eine obere Flasche enthält das zu sättigende W., eine kleinere ist das Laboratorium, wo das Gas aus Brausepulver entwickelt wird. Aus der obern führt eine Röhre das W. zur Auflösung des Pulvers zu; daneben sind kleine Oeffnungen um das Gas nach oben zu führen. *) Cochaud's Apparate sind zweierlei Art. Die erste Art besteht aus einer gläsernen oder thönernen Aushöhlung als Laboratorium; eine birnförmige Flasche endet mit einer fixen Armatur, wodurch eine gekrümmte Röhre geht, die einen Hahn à piston trägt; sie hat keine andere Oeffnung als am untern Ende, wodurch sie gefüllt wird u. wo sie mit einem Stopfen geschlossen wird, der 4 Löcher zum Durchtritt des Gases hat; man bringt die Gasmischung in die Aushöhlung, schraubt die Flasche auf, u. neigt sie, dass etwas W. in die Aushöhlung hineintreten kann. Die zweite Art besteht aus 4 thönernen Kammern, die durch einen Boden nur mit einer kleinen Oeffnung communiciren; sie scheint sehr mit dem Liebig'schen Kruge übereinzukommen. Veysière nahm statt der Metallröhre einen Binsenschaft, der aber bald faulen würde, Villiet d. Aelt. zuerst einen Haarbüschel, der aber dem Wasser einen unangenehmen Geschmack mittheilte, später Aloefasern. Roussele's Gazateur besteht aus zwei unzertrennlich mit einander verbundenen Flaschen, die durch den Boden gefüllt u. geladen werden; der Beschreibung nach scheint es ein schon sehr verbreiteter Apparat zu sein. — Die Apparate der zweiten Art sind folgende: Der von Fèvre. Eine kleinere Flasche (die Entwicklungsflasche) umschliesst den Hals einer grössern. Die mit dem Drücker u. der Ausflussröhre in Verbindung stehende schmale Glasröhre reicht durch die breitere, die Verlängerung des Halses darstellende Röhre fast bis auf den Boden der untern Flasche, worin das Sauer-W. ist. Dieser Apparat ist recht zweckmässig eingerichtet. Das W. kommt nur beim Ausfliessen mit Metall in Berührung. Die Absorption geht etwas langsamer als im Liebig'schen Apparate vor sich. Chaussenot des Aelt. Apparat ist aus Porzellan. Das Laboratorium besteht aus einer unten erweiterten Röhre, die im Centrum eines grössern eiförmigen Gefässes stehend nur durch 4 Poren communicirt. Feststehende durchlöcherte Flügelchen befördern durch Wellenerzeugung beim Schwenken des Ganzen die Absorption. Der Schluss ist geistreich. Das W. ist nicht mit Metall in Berührung. Gaillard brachte am Ursprunge des Schnabels des Hahns eine kleine Oeffnung an, die den Zweck hat, beim Schliessen des Hahns durch das Gas den letzten Tropfen hinauszutreiben,

---

*) Henry wohnte Versuchen in der Fabrik von Mondollot bei, die sehr für die Güte der Flaschen sprechen. Eine grosse Zahl von Flaschen wurde mit der dreifachen Ladung gefüllt, ohne dass eine zersprang; ja man lud mehrere mit der fünffachen Dosis ohne eine Explosion zu bewirken.

damit er nicht stagnire. Ein dritter Apparat von Cochaud ist nur darin von dem oben angeführten verschieden, dass nicht die Trennungswand beider Kammern die verbindende Oeffnung hat, sondern dass diese Oeffnung als feines Röhrchen in der Dicke der äussern Wand liegt. Vor dem Backen des Gefässes wird ein feiner gewächster Docht eingelegt, der mit seinen Enden ins untere u. ins obere Gefäss endet. Beim Backen verkohlt dieser u. es entsteht so eine feine Röhre.

Die Glasapparate sind gewöhnlich mit Rohr oder Draht überflochten, um das allenfallsige Zerspringen der Flasche möglichst gefahrlos zu machen. —

Fig. 6 (S. 604) stellt einen Selbstdruck-Apparat (von J. Gressler in Berlin) in einer grössern Form dar.

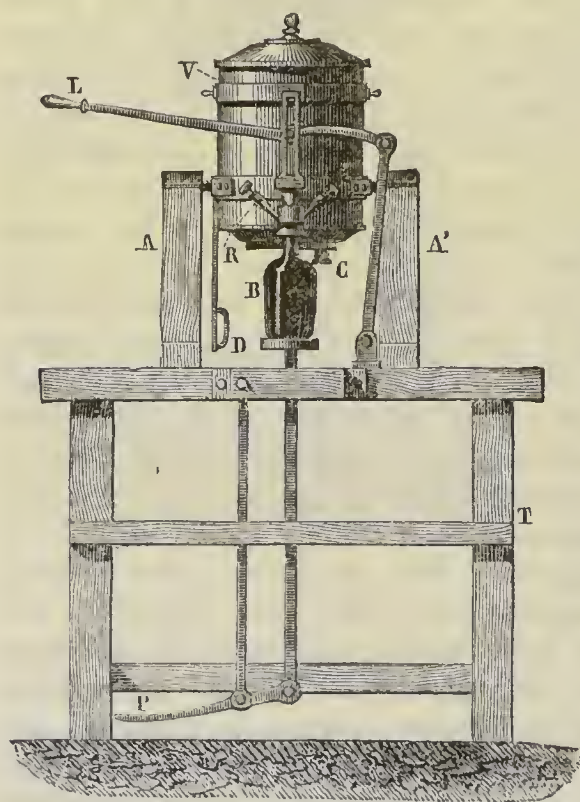
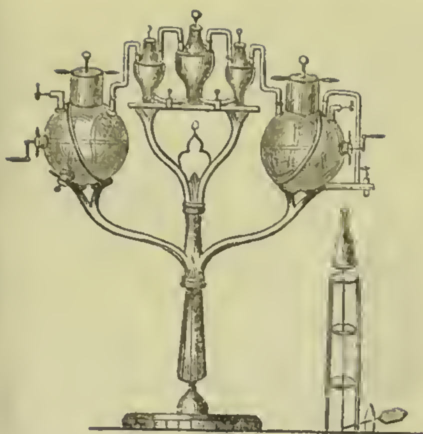


Fig. 7.
Grösserer Selbstdruck-Apparat nach Gaffard.

Der Gaffardsche Apparat hat ein einfaches Aeussere. Ein Recipient V ruht auf 2 Säulen in einem Gestell so, dass er mit einer Handhabe D in eine schaukelnde Bewegung gesetzt werden kann. Durch die Oeffnung C wird das W. eingeführt. Das Innere besteht aus 2 concentrischen Höhlungen, die äussere fürs W. bestimmt, die innere, von Kupfer gemacht, für die Entwicklung der CO^2. In die innere Höhle passt ein Bleicylinder so, dass ein freier Raum für die CO^2 bleibt. Der Bleicylinder enthält ein Gefäss mit Schwefels., die zum Ausfluss durch eine Klappe kommt, wenn der Recipient umgekehrt wird u. eines mit Natronbicarbonat.

Die Selbstdruck-Apparate mit zwei Mischungsgefässen bieten den wesentlichen Vortheil, dass nach Bedarf in beiden gleichzeitig oder nur in einem von beiden das Sauer-W. erzeugt werden kann, dass zwei Arbeiter mit Abziehen beschäftigt werden können oder dass der Apparat als ein continuirlich arbeitender dient, indem während der Füllung des einen Gefässes das andere abgezogen wird. Es werden auch Apparate mit zwei Abziehhähnen an demselben Mischgefässe angefertigt, mit denen täglich 1000—1600 Flaschen gefüllt werden können. Wird das W. durch 2 Hähne gleichzeitig abgelassen, so wird es um so gasreicher in die Flaschen kommen, weil das Mischgefäss weniger Gas unterdessen verliert. Soubeiran erhielt in dieser Weise Füllungen, die mehr als 3, theilweise mehr als 4 Volumina Gas besassen.



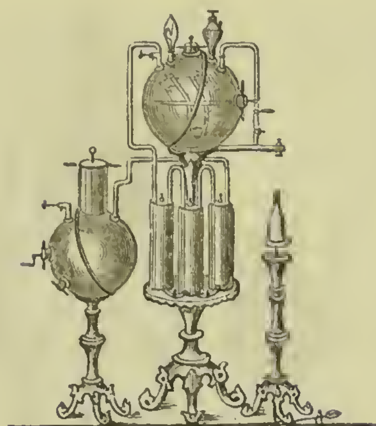


Fig. 8. Kleinerer   Fig. 9. Grösserer
Apparat zur Verarbeitung von Erdcarbonaten.

Fig. 10 s. auf der folgenden Seite.

Fig. 8 bis 10 stellen 3 Maschinen (von N. Gressler in Halle) vor; die erste zur Anfertigung von jedesmal 16 Flaschen (192 täglich), die zweite für 40—130 Flaschen (440—910 täglich), die dritte continuirlich arbeitende, mit einem Mischungsgefässe mit doppelten Abfüllvorrichtungen und zwei Entwicklungsgefässen für 130 Flaschen (1130 täglich).

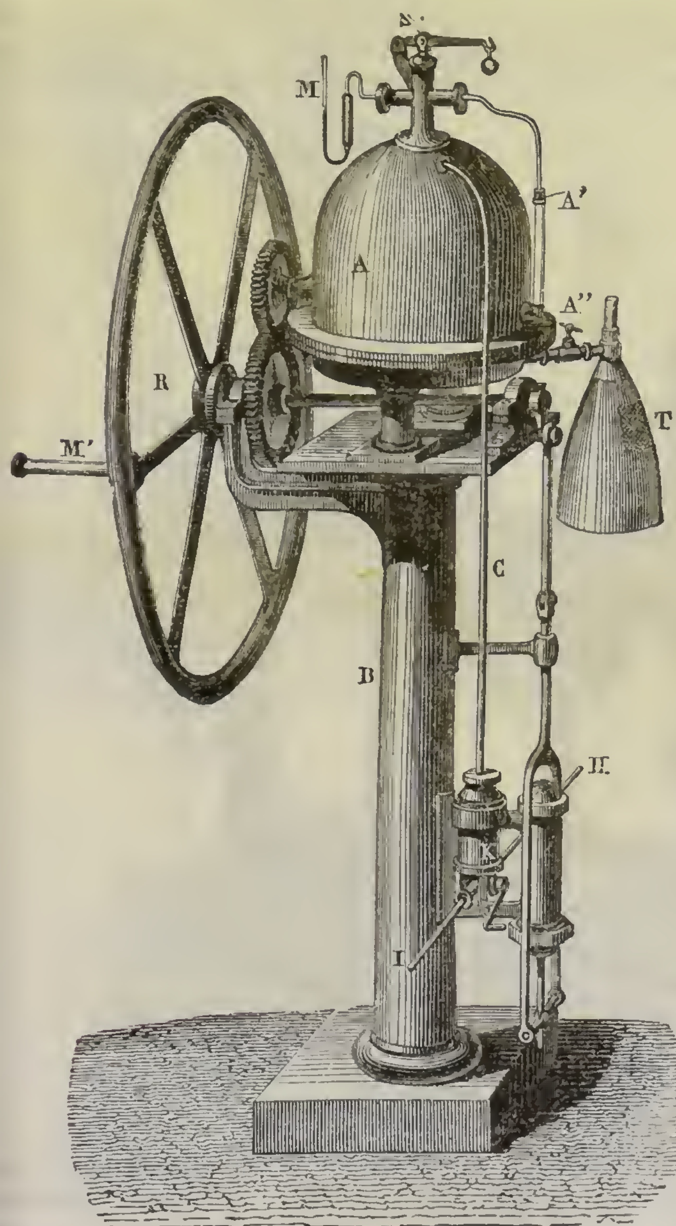


Fig. 11. Pumpen-Apparat.

(Die Oekonomie des Raums zwingt mich, hier die Erklärung eines Pumpen-Apparates einzuschalten.)

Der Bramah'sche Apparat ist besonders in England, auch in einigen Fabriken Frankreichs in Gebrauch.

Auf dem gusseisernen Fuss ruht das Reservoir A, mit Wasserstandsanzeiger A', Manometer M, Sicherheitsventil S, u. einem Rührer, der durch Räder in Bewegung gesetzt wird. Die auch vom Räderwerk in Bewegung gesetzte Zug- und Druckpumpe versorgt das Reservoir mit W. u. Gas; H geht zum Gasometer, J zum W.. In K ist eine Vorrichtung, wobei Kugeln, die mit einander abwechselnd durch den Druck des Gases oder des Wassers sich erheben oder niederfallen, die Stelle der gewöhnlichen Pumpenventile vertreten. Eine stellbare Handhabe bestimmt die Menge des zutretenden Gases oder Wassers oder beider. In A'' ist der Ablasshahn. T Schutzscheibe gegen das Zerspringen der Flaschen.

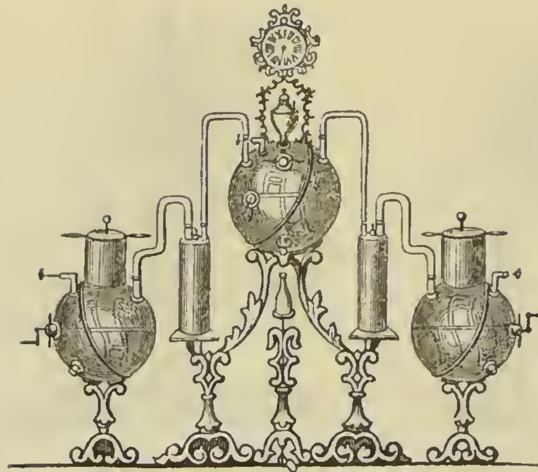


Fig. 10.
Grösste Maschine.

Ein Gefäss mit Rührer, worin die verdünnte Säure ist, ein konischer Aufsatz, worin die in eine Cartousche eingeschlossene Kreide sitzt, welche den Spiegel der sauren Flüssigkeit nicht berührt, ehe sie vom Rührer zerschlagen ist, ein Wasch-

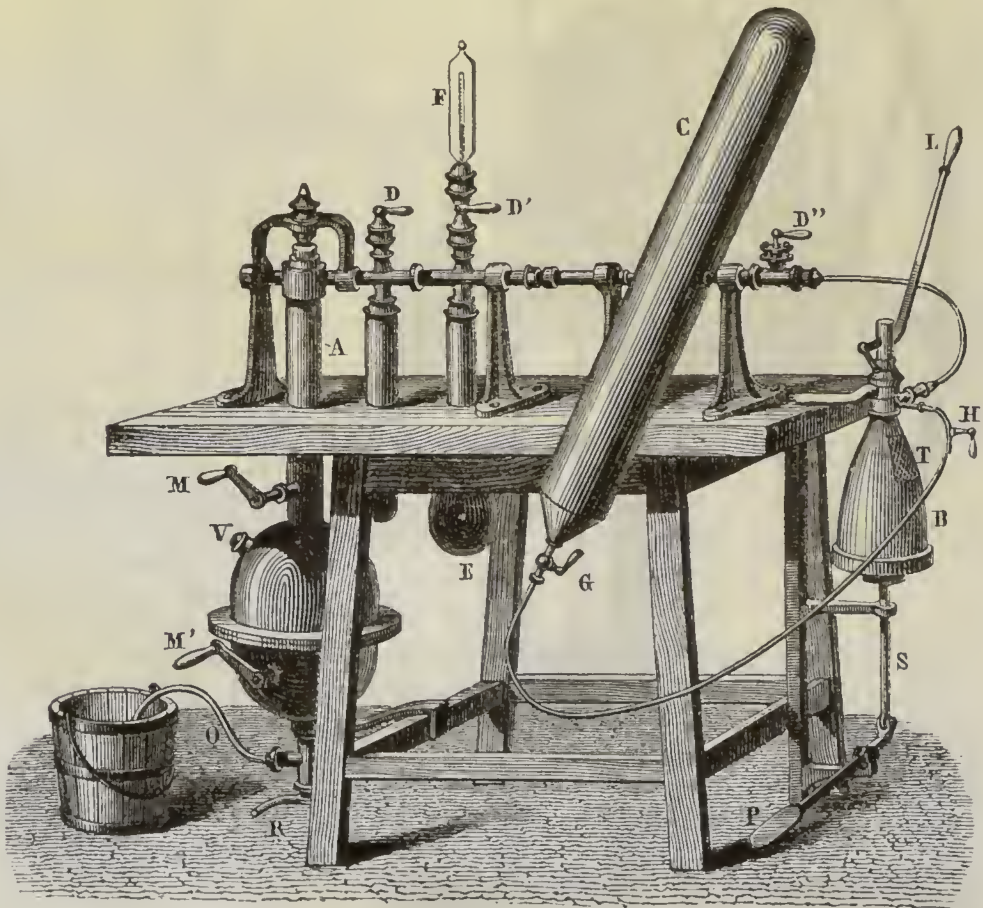


Fig. 12. Savaresse's Apparat.

gefäss, worin Holzkohlen u. Natronbicarbonat enthalten sind, eine Leitungsröhre, die an einer Stelle eine Kreisbewegung um ihre Achse zulässt, endlich ein Cylinder, der von dieser beweglichen Röhre in ihrem Breitendurchmesser durchbohrt u. von

ihr aus mit Gas gefüllt wird u. auf ihr als Axe eine auf- u. absteigende Schaukelbewegung zur Erleichterung der Gasabsorption zulässt, sind die wesentlichsten Theile eines Savarasse'schen Apparates. Jede Explosion ist damit unmöglich; bei einem Uebermaass von CO^2 funktionirt er nicht. Zudem hält er einen zehnmal so grossen Druck aus, als man nöthig hat. Ein solcher Apparat soll für 3000 Flaschen täglich ausreichen; wahrscheinlich ist dies aber der mit zwei Entwicklungsgefässen u. mit einer Wasserpumpe versehene.

Ozouf's Maschine hat zwar eine Pumpe, die aber auch nur zum Einbringen des W. dient. Sonst ist es ein Selbstdruck-Apparat, der nur einen Raum von 2 Meter Höhe u. 1 Meter Breite einnimmt.

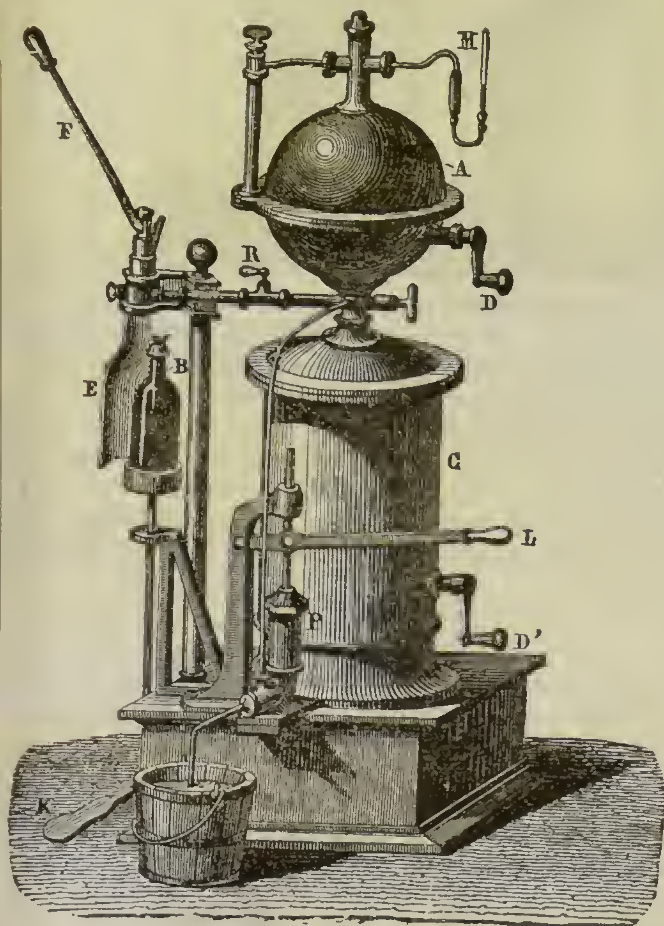


Fig. 13. Ozouf's Apparat.

Im Metallcylinder C wird das Gas erzeugt u. gewaschen. D' dient zum Bewegen eines Rührers. Das Gas tritt in den kugelförmigen Behälter (aus verzinntem Kupfer), worin es vom W. absorbirt wird. Bei einem andern Apparate hat Ozouf einen besondern Gasometer u. durch Dampf bewegte Pumpen angebracht. Als intermittirend-beständig bezeichnet er einen dritten, der anhaltend funktionirt u. zwei Cylinder hat, worin CO^2 producirt wird, auch zwei, worin sie gewaschen wird, eine Zug- u. Druckpumpe etc.. Mit einem in Paris ausgestellt gewesenen, der 10000 Frcs. kostete, konnte man stündlich 1000 Flaschen füllen.

Die Pumpen-Apparate haben ohne Zweifel gewisse Vorzüge vor den Selbstdruck - Maschinen, besonders den, dass der hohe, im ganzen Apparate herrschende Druck wegfällt.

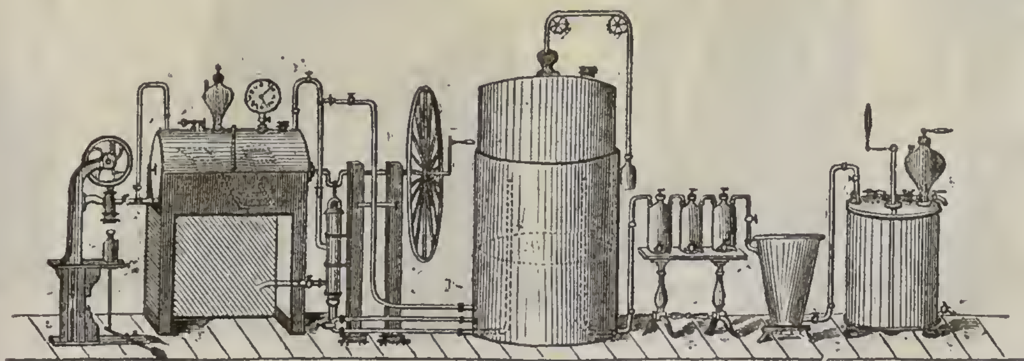


Fig. 14. Pumpen-Apparat (N. Gressler in Halle).

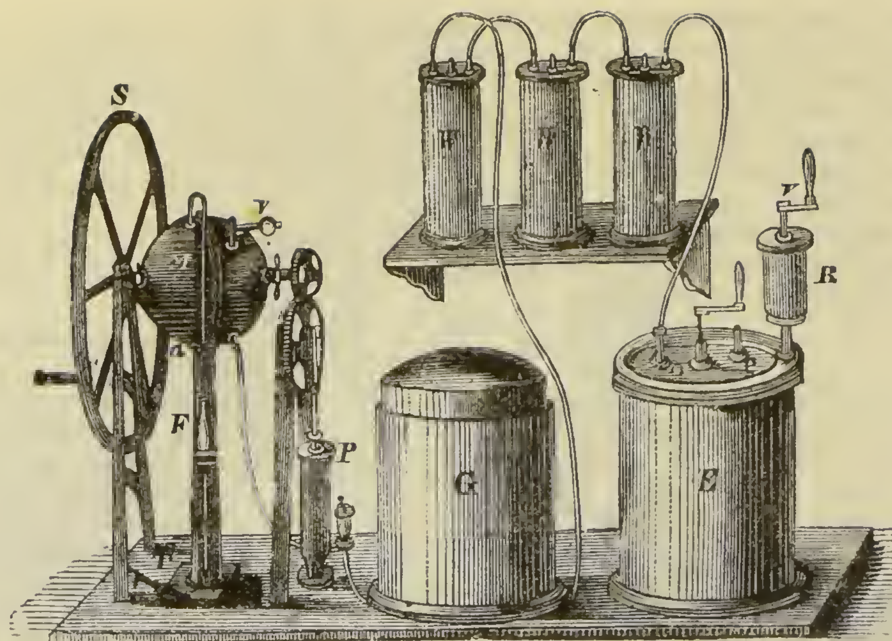


Fig. 15. Pumpen-Apparat.

Die Pumpen-Apparate bestehen, wie die Figuren (15 u. 16 nach J. Gressler) zeigen, aus einem Entwicklungsgefässe (E), worin die CO^2 entbunden wird, welches einen Rührer enthält, um die Vermischung der von oben zufliessenden Säure mit dem Carbonate zu beschleunigen. Das Säuregefäss (B) ist so eingerichtet, dass der Abfluss der Säure geregelt werden kann. Das entwickelte Gas tritt durch 3 Waschgefässe (W) in den Gasometer (G), von wo die Pumpe (P) es in das Mischungsgefäss (M) bringt, welches mit einem Sicherheitsventil (V) u. Rührer versehen ist. Die Umrührung geschieht mit Hülfe eines Schwungrades (S), die Füllung der Flasche (F) mit Hülfe eines Tritthebels.

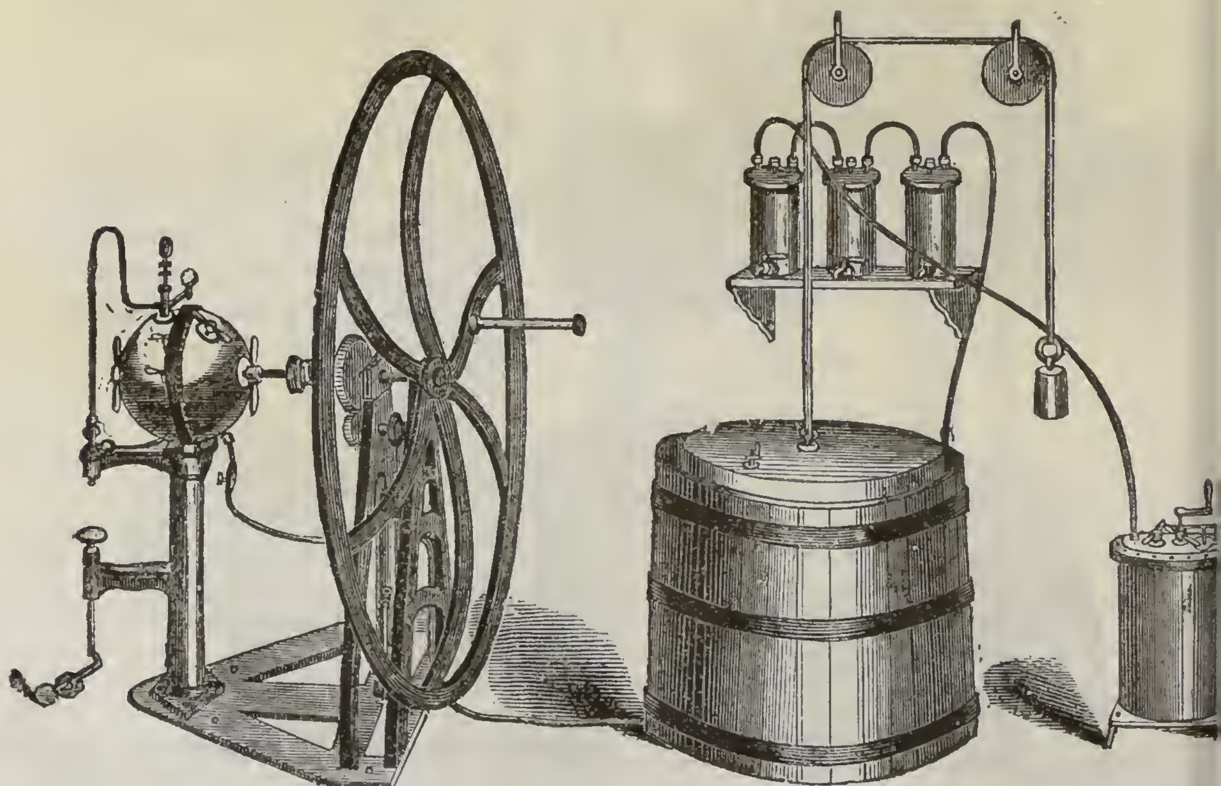


Fig. 16. Pumpen-Apparat.

Der von Soubeiran angegebene, beim Ausfüllen angewandte Hahn hat 2 Leitungen, die sich durch dieselbe Bewegung des Schlüssels öffnen u. schliessen, die eine, in einer in den Krahnen eingelegten Silberröhre bestehend, führt das W. von der Tonne aus zur Flasche hin u. wird hier von einer kapselartigen Hülse umschlossen, die sich fest an den Hals der Flasche anlegt u. eine schnelle Entfernung der zu verkorkenden Flasche gestattet, die andere Leitung, ein kupferner Gang, umfasst in der Nähe der Flaschenmündung wie eine Hülse den silbernen Gang, geht aber dann aufwärts, um an einer höhern Stelle im Schlüssel die ihm entsprechende Oeffnung zu finden u. sich dann durch eine bleierne Röhre oberhalb des Wasserspiegels zu öffnen. Das W. fällt dabei ohne Störung in die Flasche u. die aus der Flasche ausgetriebene Luft geht in den Wasserbehälter hinein. Mittels eines solchen Hahns geht die Füllung sehr regelmässig u. leicht von Statten, wodurch viel Gas erspart wird. (S. die Abbildung in Encycl. de méd. 1832, IV.) Der Ausfüllhahn (Dreiwegehahn) der Apparate von J. u. von N. Gressler enthält drei verschraubbare Leitungen, die eine zum Ausströmen der moussirenden Flüssigkeit aus dem Mischgefässe, die zweite für den Abzug der aus der Flasche verdrängten atmosphärischen Luft; die dritte ist durch ein verzinntes Kupferrohr mit dem Mischgefäss des Apparates verbunden, um in solchen Fällen, wo die Flaschen vor dem Einfüllen der Flüssigkeit mit Kohlensäure gefüllt waren, dieselbe aus der Flasche nach dem Mischgefäss zu führen. Behufs Füllung der Flasche wird dieselbe auf den, mit einer Gummiplatte versehenen Teller des Trittwerks gestellt, u. mittels Auftretens auf den Hebel des Letzteren die Oeffnung der Flasche an den, auf seiner Unterseite mit einem Gummiring versehenen Ausfüllhahn angepresst; beim Aufdrehen desselben strömt demnach die Flüssigkeit in die Flasche u. wird gleichzeitig die, in derselben befindliche atmosphärische Luft, mittels entsprechenden Seitenhahnes nach der äusseren atmosphärischen Luft oder, falls die Flasche mit Kohlensäure gefüllt war, die letztere nach dem Mischgefäss geführt.

Zur Anfertigung der nachgeahmten M.W. muss man ganz reines Wasser nehmen, also, weil dies kaum je in der Natur vorkommt, das W. filtriren, destilliren u. wo nöthig durch Kohle von organischen Stoffen reinigen; oder man muss die Bestandtheile, welche das W. schon enthält, wenn sie auch in dem nachzuahmenden W. vorkommen, in Rechnung bringen, um soviel weniger zuzusetzen. Besonders ist es aber für die Bereitung von Eisenwässern u. Schwefelwässern wichtig, ein W. darzustellen, welches möglichst frei von *O* ist, was sich auch wohl kaum anders als durch Destillation u. völliges Erkaltenlassen im geschlossenen Raume oder nach Pictet durch Hindurchleiten von (einer nicht mit *O* vermischten) CO^2 (Gilbert's Annal. 28. B., 414) oder von Wasserstoff erreichen lassen möchte. Ozouf hat noch eine Vorrichtung ersonnen, um das W., ehe es in den Apparat kommt, durch fliessendes W. oder einen Brunnen abzukühlen.

In Bezug auf das Entwickelungsmaterial der Kohlensäure sind vorzugsweise kohlensaurer Kalk, kohlens. Magnesia u. doppeltkohlensaures Natron in Gebrauch. Die beiden ersten geben als unlösliche Carbonate eine minder stürmische Entwickelung, passen aber weniger für die Anwendung von Weinsteinsäure wegen der Schwerlöslichkeit der entstehenden Salze; der Kalk passt aus gleicher Ursache auch weniger für die Schwefels. als das doppeltkohlens. Natron. Doch lässt sich der daher rührende Uebelstand durch Umrühren der Masse u. theils auch durch einen Ueberschuss von Säure ausgleichen. Die natürlichen kohlensauren Kalke (Marmor, Kreide) enthalten aber gewöhnlich so viel organische Stoffe, dass die daraus entbundene CO^2 nicht rein riecht oder haben auch wohl einen kleinen Gehalt an Schwefeleisen, wodurch *HS* entsteht. Doch gibt es recht reine Sorten, wie z. B. diejenige, deren sich eine hiesige M.W.-Fabrik bedient. In Frankreich

macht man häufig Gebrauch vom sogenannten Spanischen Weiss, das nichts Anderes ist, als gepulverte, gewaschene u. wieder getrocknete Kreide in Brodform gebracht. Das Waschen benimmt ihr den thonigen Geruch, den insgemein die Kreide von Meudon oder Troyes hat. In Deutschland bedient man sich viel des sehr wohlfeilen Magnesits (natürliche kohlens. Magnesia). Der Preis des Natronbicarbonats ist aber auch jetzt so heruntergegangen, dass dessen Gebrauch immer allgemeiner wird.

Falls das Gas nicht aus Natronbicarbonat, sondern aus Kalk entwickelt wird, pflegt man es durch mehrere (gewöhnlich 3) Flaschen mit Flüssigkeiten (Lösungen von Eisenvitriol, von doppeltkohlens. Natron, einfaches W.) hindurchtreten zu lassen, um darin etwa vorhandene Verunreinigungen (HS, schwefelige Säure, organische Riechstoffe, mit der CO^2 herübergerissene Schwefelsäure) abzusetzen. Die Waschgefässe können von Metallblech sein u. die Röhren derselben (wie in denen von N. Gressler) durch Löthung damit verbunden sein. Um eine von allem Nebengeruche u. Geschmacke freie CO^2 zu erhalten, sind dann kaum noch andere Massregeln nöthig, als ein passendes Erzeugungsmaterial zu wählen. Stenhouse liess sie durch Pflanzenkohle streichen. Die plastische Kohle würde sich wohl sehr dazu eignen.

Weinsteinsäure ($C^8H^6O^{12}$) hat ein fast doppelt so starkes Atomgewicht (150) als das Natronbicarbonat, $NaO\ 2\ CO^2 + HO$ (84); 1 Atom Weinsteinsäure sättigt aber 2 Atome Natronbicarbonat, da sie 2 Atome Basis fordert; es treiben also 75 Theile Weinsteinsäure die CO^2 (44 Th.) aus 84 Theilen Natronbicarbonat aus. Weil aber die hierbei vorkommenden Faktoren selten chemisch rein sind, kann man nicht genau die chemischen Aequivalente als Norm annehmen, sondern die ihrer Reinheit entsprechenden Mengen. In Versuchen, welche Mohr anstellte, entsprachen sich (159,3 gr. Natr. carbon. cryst. statt 143 oder) 89,4 gr. Natr. bicarbonicum u. 80,4 gr. Acidum tartaricum, was aber immerhin wieder ungefähr dasselbe Verhältniss (84 : 75 oder 9 : 8) ist. In andern Fällen werden andere Abweichungen vorkommen, was durch den jedesmaligen Versuch zu erforschen ist. Natronbicarbonat gibt fast die Hälfte CO^2 (84—89,4 Gr. geben 44 Gr.). Da nun 1 Liter W. bei 10^0 2,34 Grm. CO^2 fasst, bei 5 Atmosphären Druck aber fast 5 mal so viel, also etwa 11,5 Gr., so sind, um 1 Liter W. unter einem fünffachen Drucke mit CO^2 zu sättigen, etwa 23 Gr. Natronbicarbonat nöthig, wenn auf den freien Raum im Apparate u. auf verloren gehende CO^2 keine Rücksicht genommen wird; also etwa zehnmal so viel $NaO\ 2\ CO^2 + HO$, als das W. bei 1 Atmosphäre Druck CO^2 fassen würde. Kann nun der Apparat mit $1^1/_2$ Liter W. beschickt werden u. bleibt etwa $^1/_2$ Liter freier Raum, so werden 44 Gr. Natronbicarbonat (inclus. 10 für den freien Raum) gewiss ausreichen. Man wird mit etwa 22 Gr. aber kaum noch einen genügenden Druck erlangen. Am Ende der Entleerung bleibt der leere Raum von etwa 2 Litern mit so viel mal dem Gewichte von 2 Litern CO^2 (etwa 4 Gr.) zurück, als noch Atmosphären Druck herrschen, wozu also jedenfalls etwa 8 Natronbicarbonat, bei 2 Atmosphären schon 16 Gr. Bicarbonat erforderlich sind. Auf 22 Gr. Natronbicarbonat gehören aber 19,5 Gr. Weinsteinsäure. Nach Henry nimmt man gewöhnlich 21 Gr. Bicarbonat u. 17 Weinsteinsäure. Das gilt wohl für einen kleineren Apparat.

In den Fällen, wo das Gas nicht durch Weinsteinsäure entwickelt wird, geschieht es gewöhnlich durch Salzsäure oder noch häufiger durch Schwefelsäure. Die Salzsäure entbindet das Gas regelmässiger als Schwefels., indem das gebildete Chlorcalcium leichter löslich ist als der schwefels. Kalk. Bei der Salzs. ist die Verunreinigung mit schwefeliger Säure zu beachten. Das Gefäss, worin sich die Säure befindet, ist gemeinlich über dem Gefässe, worin das Carbonat ist, angebracht. Gewöhnlich wird nämlich die Schwefels. mittels eines complicirten, kupfernen, mit Blei ausgelegten Regulators in das Entwicklungsgefäss eingebracht; doch eignet sich dieses Instrument wegen seiner vielen Verschliessungen nicht zur vortheilhaften Verwendung an Apparaten mit Selbstcompression; das weiche Blei gibt auf die Dauer keinen luftdichten Verschluss u. die Handhabung ist schwierig. Da auch das Eingiessen der Säure auf Einmal (vor dem Verschluss des Apparates) an dem Uebelstande leidet, dass die Gasentwicklung nicht sicher geleitet u. berechnet werden kann, so bedurfte es einer wesentlichen Vereinfachung des Regulators, die sich in den Apparaten von N. Gressler ausgeführt findet. Das cylindrische Säuregefäss, welches in den Hals des Entwickelungsgefässes hineingebracht u. zugleich mit ihm durch eine Schraubenkapsel verschlossen wird, ist nämlich in 5 senkrechte Abtheilungen geschieden, wovon jede eine Ausflussöffnung hat. Die Ausflussöffnungen sind verschieden gross, so dass z. B. die ergiebigste ein gleiches Quantum (60 Loth) in 4 Minuten liefert, während die mit der feinsten Oeffnung dazu 75 Minuten braucht. Wenn nun die Säure aus allen gleichzeitig zu fliessen anfängt, so wird der Abfluss derselben allmälig schwächer u. das so geregelte Ausfliessen u. das dabei obwaltende Mengen- u. Zeitverhältniss der Gasentwickelung ist auf das sich nach u. nach vermindernde Absorptionsvermögen der Flüssigkeit berechnet. In dem von Ozouf construirten Apparate mit Selbstcompression des Gases befinden sich die Bleibüchse für die Schwefels. u. der Behälter für die Kreidemischung, welche durch ein bleiernes Ventil communiciren, nebeneinander im obern Theile des Waschapparates, wodurch man vor einer Explosion des Säurebehälters geschützt ist.

Bei dem kleinern Apparate von Garnaud wird auch Schwefels. zur Gasentwicklung gebraucht; sie ist in einem Glase eingeschlossen, dessen durchbohrter Stopfen die Säure nur langsam heranslässt. Wegen der Gefährlichkeit einer Explosion der Säure sind elegante Nebenvorrichtungen getroffen; es bleibt jedoch immer zu fürchten, dass die bei der Entwickelung des Gases entstehende Hitze das Glas sprengen könne.

Bei den kleinern Apparaten nimmt Villier statt der Weinsteinsäure in Cylinderform gegossenes Thonerde-Bisulfat, das nur langsam reagirt u. daher eine stille Gasentwickelung hervorruft.

Metall der Gefässe. Da nach Nevins Blei nicht blos von kohlens. W., sondern auch von kohlens. Natron, Bittersalz, Chlorüren etc. stark angegriffen wird, so ist alles Blei an den Apparaten, besonders wenn Soda- oder Salz-W. damit dargestellt werden, strenge zu vermeiden.

Chaty u. Bussy fanden bei vielen Apparaten (Syphonflaschen?) Steigröhren aus Blei, wodurch das darin gestandene kohlens. W. stark bleihaltig

wurde. Einmal konnte man 6 Gran Schwefelblei aus einer Flasche Sauer-W. fällen.

Vom verzinnten Kupfer nimmt das Sauer-W. aber auch einen unangenehmen Geschmack an (Henry, Soubeiran). Boissenot räth zur Verzinnung die Biberel'sche Mischung zu nehmen, die aus 1 Theil Eisen u. 6 Theilen Zinn besteht.

Die Anwendung der Gummiröhren ist deswegen nicht immer zweckmässig, weil sie oft sehr schnell brüchig werden u. auch, wie Henry bemerkt, durch ihren Schwefelgehalt der CO^2 einen Geruch mittheilen.

Die Grösse des Gasdruckes wird durch ein am Apparate angebrachtes Manometer angezeigt. Um den richtigen Mittelweg einzuhalten, arbeitet man gewöhnlich bei 4 Atmosphären Druck, was im Allgemeinen hinreichend ist. (Die Apparate pflegen auf 8—10 Atmosphären geprüft zu werden.)

Kaltes W. absorbirt bei gewöhnlichem Luftdrucke ein seinem Volumen gleiches Volumen CO^2, u. von einem Gase, welches unter n-fachem Druck steht, etwas weniger als ein n-Faches seines Volumens. Dies gilt für einen Druck von 1—4 Atmosphären. Bei 7 Atmosphären absorbirt es schon nur das 5 Fache seines Rauminhaltes CO^2. Die künstliche Bereitung der Sauerwässer geht unter einem Druck vor sich, der nicht leicht über 6 Atmosphären steigt. Soubeiran machte mit einem Sauer-W.-Apparate Versuche über die Mengen Gas, welche ein vorher luftleer gemachtes W. unter mehrfachem Drucke bei 10—12^0 aufnahm. In einer Tonne, die mit 115 Liter W. gefüllt war, wurde CO^2 langsam eingepumpt; dabei wurden 5 Liter W. ausgelassen. Es zeigte dann das Manometer in der Luft, welche über dem W. stand, einen Druck von 4,545 Atm. an. Wurde nun W. fernerhin abgelassen, so zeigte es sich, dass das W. nicht das 4,545 Fache an Gas mitführte. Der Unterschied war aber nicht so auffallend, als da das Manometer nach weiterm Abzapfen einen geringern Druck anzeigte. Je mehr das Manometer gesunken war, um so erheblicher war die Differenz zwischen der Menge des Gases, welche noch über dem W. stand u. der, welche nur noch vorhanden hätte sein sollen, wenn das W. immer das (4,545—n)fache Volumen Gas bei (4,545—n) Atm. Druck mitgenommen hätte. So waren noch 1,95 Atm. Druck im Gase, als es der Rechnung nach nur noch 0,988 Atm. hätte haben sollen, ebenfalls 1,652 Atm. statt 0,483 u. 1,515 statt 0,385. Ein zweiter Versuch gab ähnliche Resultate, nämlich: 3,262 Atm. statt 3,125, 1,98 statt 0,767, 1,666 statt 0,415, 1,585 statt 0,384. Je langsamer das Abzapfen geschah, um so mehr entwich das Gas aus dem W. u. häufte sich an der Oberfläche an. War der Druck 3,225 Atm. stark, so war er nach 2 Stunden Ruhe auf 4,44 gestiegen, ebenso stieg er von 2,9 auf 3,22, von 1,92 auf 1,98 nach je 2 Stunden, welche man den Apparat ruhig liess. Je schneller also die Füllung der Flaschen von Statten geht, um so gasreicher wird das abgezapfte W. sein. Da das Gas um so mehr das W. in der Tonne verliess, je mehr der Gasdruck sank, so versuchte Soubeiran, ob es nicht praktisch wäre, durch beständiges Einpumpen einer neuen Gasmenge (CO^2 oder atmosph. Luft) einen Gasdruck von 5 Atm. zu unterhalten. Dadurch wurde der Druck auf den ausfliessenden Wasserstrahl bei der

Füllung der Flaschen aber so gewaltsam, dass, als erst die Hälfte der Tonne abgezapft war, das W. schon fast kein Gas mehr enthielt. Zwar genügte ein kleiner Antheil von CO^2, der sich in den Flaschen unter den Stopfen aufhielt, diese abzusprengen, aber im W. auf den Flaschen war nur wenig Gas zu finden.

Wird das W. mit Gas angeschwängert, so ist die Bewegung des Wassers ein wirksames Mittel, die Absorption zu befördern. Dagegen hat die Bewegung des einmal geschwängerten Wassers grade den entgegengesetzten Erfolg. War die Tonne mit W. gefüllt, welches unter 4 Atm. Druck mit Gas gesättigt war, u. wurde der Druck an der Oberfläche des Wassers nach dem Abziehen immer grösserer Mengen von W. vor u. nach der Bewegung gemessen, so war dieser Druck nach der Bewegung noch viel grösser, z. B. 4,44 statt 2,857, 3,45 statt 2,7, 2,9 statt 2,77, 2,08 statt 2,05 u. in einem andern Versuche, als 5 Vol. Gas eingeführt worden waren, 5,71 statt 4,25, 4 statt 3,72, 3,22 statt 3,07, 2,56 statt 2,53. Wird nach jedem Abziehen von W. eine neue Quantität Gas zugeführt, so kann die Bewegung anfangs noch etwas die Absorption desselben vermehren, später hat sie aber auch wieder einen entgegengesetzten Einfluss. Man sieht auch leicht ein, dass, wenn einmal ein grosser Raum von W. frei geworden ist, dann das W. nur schwer in vielseitige Berührung mit dem Gase durch den Rührer gebracht werden kann. Je mehr dann gerührt wird, desto mehr Spannung entsteht im freien Raume, das W. wird desto heftiger hinausgetrieben u. derjenige, welcher die Flaschen anfüllt, wird durch die grössere Kraft, die er zum Verpfropfen nöthig hat, zu dem Glauben verleitet, das W. sei jetzt gasreicher als vor dem Umrühren.

Boissenot (Sohn) ergänzte diese Mittheilungen. Er erkennt die Richtigkeit der Beobachtung an, dass das W. während des Umfüllens nicht in Bewegung gesetzt werden dürfe. Der Behälter wird nach ihm nicht ganz mit W. gefüllt, damit das Gas durch die Schaufeln gehörig mit dem W. vermischt werden kann. Das Gas muss ganz frei von atmosphärischer Luft sein, weil sonst der Gang der Pumpen gehindert ist. Man presst 8 Volumina Gas in das W. hinein, u. lässt es wenigstens 12 Stunden vom W. absorbirt stehen. Das Gas scheint durch diese längere Berührung sich inniger an das W. zu binden. Wird aus dem frisch gefüllten Behälter W. abgelassen, so strömt dies mit Gewalt hervor u. die Füllung ist eine sehr mühsame Arbeit. Die gefüllten Flaschen enthalten dann höchstens 3—4 Vol. Gas u. im Behälter bleiben an 2½ Vol. zurück. Je länger das W. mit dem Gase in Berührung bleibt, je inniger wird die Berührung beider. Zieht man das W. erst nach 12 Stunden ab, so fliesst es so ruhig wie Oel ab; höchstens zeigen sich kleine Blasen Kohlensäure. Die Flasche füllt sich ohne Mühe, wenn man nur der darin sitzenden Luft einen Ausweg lässt. Am Ende der Füllung trifft man auch nur 1½ Vol. Gas im Behälter. Hat das W. die Flasche angefüllt, so wird es einen Moment scheinbar milchig durch eine Unmasse kleiner Luftblasen; drückt man aber dann mit Gewalt die Flaschenmündung für 1—2 Sekunden gegen den (jetzt geschlossenen) Hahn, so wird es plötzlich wieder klar. In diesem Momente, wo die äussere Luft einen vermehrten Druck auf die Flüssigkeit auszuüben scheint (?), muss die Flasche verkorkt

werden, denn man kann sie jetzt 1—1½ Fuss weit entfernen, ohne dass sie das Mindeste an Gas einbüsst. Einen Augenblick später würde die Flüssigkeit wieder mit Gewalt hervordrängen. So erhält man ein sehr gasreiches Wasser. Wird der Stopfen von einer Flasche, welche auf diese Art gefüllt worden ist, entfernt, so entleert sie etwa ⅓ ihres Inhaltes, dann schäumt sie fast während einer Stunde auf. Bewegt man sie dann leicht, so schäumt sie aufs Neue eine lange Zeit. Ein solches W. enthält 6 Vol. Gas, u. in den letzten Flaschen immer noch 4½—5 Vol..

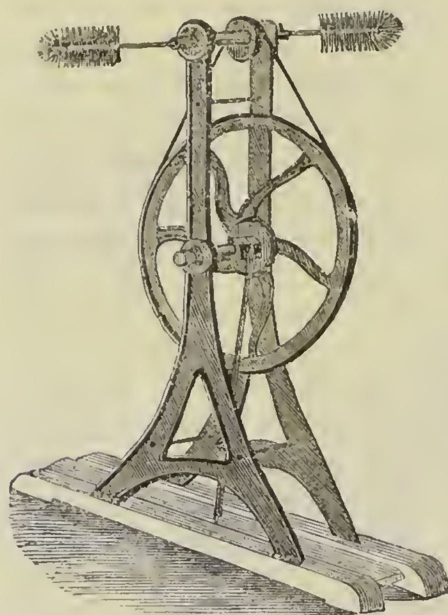


Fig. 17. Flaschenputzer.

Eine Flaschenspülmaschine (Fig. 17, nach J. Gressler et C.) dient dazu, in kurzer Zeit eine grosse Zahl von Flaschen zu reinigen. Auf eisernem Gestell mit eisernem Schwungrad sind zwei horizontal stehende Bürsten angebracht, auf welche die Flaschen, halb mit W. gefüllt, aufgesteckt werden.

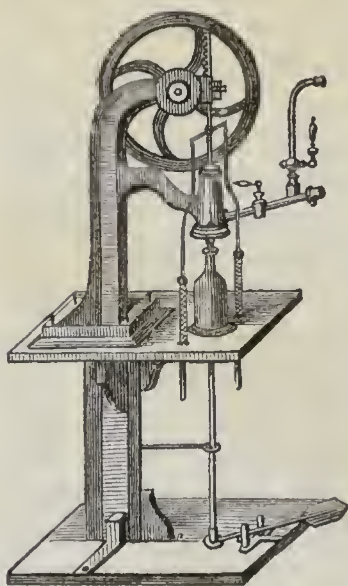


Fig. 18. Verkorkungsmaschine.

Das Verkorken der Flaschen kann nur durch geübte Arbeiter aus freier Hand erfolgen; denn einerseits setzt das Gas in der Flasche dem Verschlusse einen nicht unbedeutenden Widerstand entgegen, der einem Drucke von mehreren Atmosphären auf die untere Korkfläche gleich kommt, andererseits aber liegt die Hauptbedingung einer guten Verkorkung in dem Umstande, dass das Aufsetzen u. Eintreiben des Korkes mit möglichster Schnelligkeit geschehe. Beides wird erreicht durch eine gut construirte Korkmaschine (Fig. 13 auf S. 609), die durch ein Leitungsrohr mit einem Mischgefäss eines Apparates verbunden ist. Der an der Korkmaschine zur Befestigung des Leitungsrohres befindliche hohle Stutzen ist durch ein Zwischenrohr mit dem Hauptrohr der Korkmaschine verbunden. In das Innere des Hauptrohres (von starkem Messing, mit Druckhebel u. Hahn versehen) wird der Kork eingelegt u. die zu füllende Flasche auf den Teller des Trittwerks unter die Oeffnung des Hauptrohrs gestellt u. mittels Auftretens auf das Trittwerk der Hals der Flasche in die untere Oeffnung des Hauptrohrs, u. zwar gegen einen in demselben angebrachten Gummiring, fest angepresst. Beim Oeffnen des in letzterer befindlichen Hahnes strömt die, vom Mischgefässe des Apparates kommende moussirende Flüssigkeit in die untergesetzte Flasche u. wird, sobald sich dieselbe gefüllt hat, der bereits vorher in das Rohr

eingelegte Kork durch Niederdrücken des Hebels in die Flasche eingepresst. Zur Beseitigung der in der Flasche befindlichen atmosphärischen Luft befindet sich am Hauptrohr noch ein kleiner Seitenhahn, nach dessen 1—2maligem Oeffnen die in der Flasche comprimirte Luft aus derselben entweicht. Fig. 18 zeigt eine ähnliche Korkmaschine von N. Gressler. Von dieser Verkorkungsmaschine mit doppeltgebohrtem Abfüllhahn, wird eine sichere, kräftige u. leichte Handhabung gerühmt, dabei gehe nicht das Geringste an bereits gebundener Kohlens. verloren, der Kork werde vollständig u. unversehrt hineingetrieben, mit einem Regulator sei die Tiefe, in welcher der Kork eingetrieben werden soll, genau bestimmt, u. sei sie zur bequemen Verwendung von $^1/_4$—$^1/_1$ Flaschen u. zum Füllen von Syphons geeignet. Andere solcher Maschinen sind in den citirten Schriften von Blum u. Bolley ausführlich beschrieben u. abgebildet.

Beim Füllen u. Verpfropfen zerspringen viele Flaschen, besonders wenn beim Verpfropfen nicht gehörig abgewartet wird, bis die atmosphärische Luft aus dem Flaschenhalse entwichen ist. Atmosphärische Luft wird nämlich nur unter einem hohen Drucke vom W., namentlich vom kohlens. W., absorbirt. Wird nun Gewalt angewendet, um den Stopfen hineinzutreiben, so wird der Druck für die Flasche zu stark. Nach Boissenot soll man mit dem Verstopfen der unterdessen gegen den Kautschukring gehaltenen Flasche den Moment abwarten, bis das W. nicht mehr durch Luftblasen trübe erscheint. Cf. S.615. Gegen Unglücke, die durch das Zerspringen der Flasche entstehen können, schützt man sich durch ein Drahtgitter, hinter welchem die zu füllende Flasche steht, auch wohl durch ein ähnliches vor die Augen gebundenes Metallgitter.

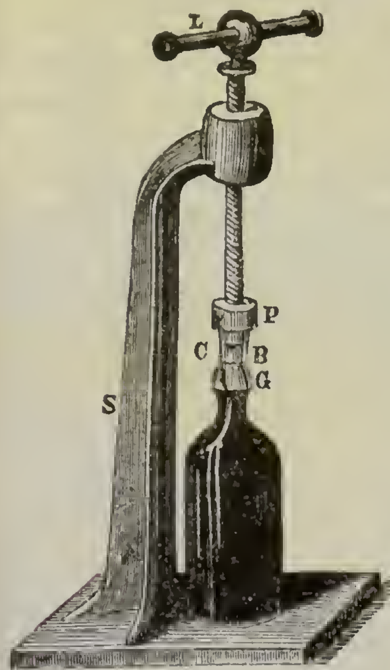


Fig. 19.
Maschine zum Verbinden der Flaschen.

Ueber das Verbinden der Flaschenmündung mit Bindfaden oder Draht u. über das Versehen derselben mit Zinnkapseln brauche ich kaum etwas zu sagen. Das Verbinden kann durch das Fixiren des Stopfens durch eine Art Zange oder durch Druck gegen zwei gegendrückende Punkte, oder durch eine Schraube erleichtert werden. Die Schraube drückt mit einer dicken Platte gegen den Stopfen; eine Rinne in der Platte erlaubt das Durchführen des Fadens. Zum Verpichen kann folgender Kitt dienen: Colophonium 6 Theile, gepulverte Kreide 5, Terpenthinöl 1, Orlean $^1/_8$. Das Verpichen muss mit aller Vorsicht geschehen; namentlich muss die Flaschenmündung vor dem Eintauchen in die geschmolzene Masse gehörig abgetrocknet worden sein.

Die Verkapselung bewirkt Ozouf mit einer in zwei Theile getheilten Kapsel; den ersten Theil bilden zwei zinnerne Halbkugeln (demi-sphères), die auf den Hals der Flasche gesetzt werden u. die einen Schraubengang bilden, auf den die eigentliche Kapsel geschraubt wird.

Die Abbildung des von Ozouf gewählten Flaschendeckels s. Pharm. Centralbl. 1849, auch bei Henry.

Das Abnehmen des Korkes muss immerhin mit einiger Vorsicht geschehen. Dupuytren sah beim Prof. Moreau de Sarthe dadurch, dass der gelöste Kork einer Flasche Selterswasser mit Heftigkeit gegen das Auge anflog, eine unheilbare Amaurose erfolgen.

Beim Entkorken der Flaschen vor dem Gebrauche hat man einen neuen Pfropfen bereit zu halten, weil der alte entweder zerstört ist oder doch, da er stark comprimirt war u. sich wieder ausdehnt, nicht wieder aufgesetzt werden kann. Es wäre darum wünschenswerth, wenn am Halse jeder Flasche ein vorher abgepasster guter Pfropfen hinge. Uebrigens hat man jetzt auch einen Korkbohrer, der

das Entkorken unnöthig macht, da sich mittels desselben die ganze Flasche nach u. nach entleeren lässt.

Die gewöhnlichen Flaschen haben den Uebelstand, dass beim Oeffnen derselben sogleich u. beim Stehenbleiben auch durch den jetzt locker gewordenen Stopfenverschluss nach u. nach viel Kohlensäure entweicht. Diesem Umstande sollen namentlich die Syphonflaschen u. die Ozouf-Flaschen abhelfen. »Die Syphonflaschen sind mit zinnerner Fassung versehen, in deren Innerm sich eine bis fast zum Boden der Flasche hinabreichende Glasröhre befindet. Das Innere der Zinnfassung u. zwar der obere Theil derselben bildet eine kleine Röhre, in welcher sich eine an dem äusseren, sichtbaren Knopf der Fassung befestigte Feder befindet, welche an ihrem untern Ende einen Ventilknopf trägt u. durch Anpressen desselben an die untere Oeffnung der Röhre den Verschluss derselben bewirkt. Unter dem Ventilknopf u. oberhalb der eingesetzten Glasröhre befindet sich in der Zinnfassung ein freier, etwas weiterer Raum, so dass beim Aufdrücken auf den freistehenden Knopf, der Ventilknopf durch die Feder von der untern Oeffnung der kleinen Röhre ab u. in den freien Raum gedrängt, daher die kleine Röhre hierdurch geöffnet wird. Die direkte Fortsetzung der obern kleinen Röhre bildet die seitliche sichtbare Ausflussröhre, so dass demnach beim Aufdrücken auf den freistehenden Knopf der Fassung, diese Ausflussröhre mit der kleinen Röhre u. dem freien Raum der Zinnfassung sowie mit der Glasröhre in direkter Verbindung steht u. diese Verbindung sofort beim Aufhören des Druckes wieder aufgehoben wird. Die mit der kohlensauren Flüssigkeit gefüllte Flasche ist somit durch den Ventilknopf luftdicht verschlossen u. findet die Ausleerung der Flasche durch Aufdrücken auf den äussern freien Knopf statt, da hierdurch, wie vorher bemerkt, der durch den Ventilknopf bewirkte Verschluss aufgehoben u. die moussirende Flüssigkeit in Folge des in der Flasche durch die Kohlensäure ausgeübten Druckes durch die Glasröhre u. den innern Raum der Zinnfassung hindurch, nach dem äussern Abflussrohre geführt wird u. aus demselben sich als schäumender Strahl in das vorgehaltene Trinkgefäss ergiesst. Sobald man den Druck auf den obern Knopf aufhören lässt, verschliesst der Ventilknopf die kleine Röhre wieder u. ist die weitere Ausströmung der Flüssigkeit verhindert.« (J. Gressler.) Die Füllung der Syphonflaschen geschieht am Mischgefässe mittels einer eigenen Vorrichtung (s. Henry), wobei abwechselnd W. eintritt u. Gas herausgelassen wird. Man hat Syphonflaschen mit abschraubbarer u. mit festsitzender Zinnfassung. Ihr Preis ist derartig, dass er kein grosses Hinderniss mehr zu ihrer häufigen Benutzung ist, da man die leeren in der M.W.-Fabrik zurücknimmt.

Ozouf hat auch eine Vorrichtung an seinem Krahnen, wodurch die in den Syphons zurückgebliebene CO^2 beim neuen Anfüllen wieder nutzbar gemacht wird. Cf. S. 611.

Um das unnöthige Füllen von Flaschen für einen grössern Bedarf an Sauer-W. zu vermeiden, hat man die sogenannten Füllcylinder oder Cuvetten oder Buvetten, sowie die Füllkugeln oder Sprudelballons erfunden, mit deren Hülfe grössere Mengen Sauer-W. (je 20—125 Flaschen) leicht transportirt werden können. Beide sind aus verzinntem Kupferblech verfertigt u. können mit einem Rührwerk versehen sein. Sie werden entweder am

Mischgefäss eines Apparates oder von einem kleinern Apparate aus gefüllt. Cf. Fig. 22 nach N. Gressler.

H. Ficinus liess in seiner Trinkanstalt für jede Qu. einen luftdicht zu verschliessenden, gut verzinnten kupfernen Cylinder anfertigen, welcher durch ein Rohr mit dem das Kohlensäuregas enthaltenden Gasometer in Verbindung steht, u. in einem Kasten ruht, welcher durch Einfüllen heissen Wassers oder Einlegen von Eisstückchen dem Inhalte des Cylinders den beabsichtigten Temperaturgrad ertheilt. Diese Cylinder werden durch eine Luftpumpe vom Gasometer aus mit Kohlensäure gefüllt, um die atmosphärische Luft auszutreiben; sodann wird die für den jedesmaligen täglichen Bedarf bestimmte Menge M.W. aus den vorsichtig geöffneten Krügen durch weite gläserne Heberöhren unter Vermeidung jedes Umschüttelns in dieselben übergeführt u. die nur M.W. u. Kohlens. enthaltenden Cylinder geschlossen. Durch die obenerwähnte Luftpumpe wird nun Kohlensäuregas in die Cylinder gedrückt, bis dieses dieselbe Spannung hat, als dasjenige der M.W.*), wodurch letzteres am Entweichen verhindert, u. zugleich ein schnelleres Herausfliessen des Brunnens beim Einschenken bewerkstelligt wird, doch soll der Druck, unter dem das Gas steht, nicht stärker sein als oben angegeben, weil sonst das ihm zugesetzte W. noch eine demselben proportionale Menge Gas aufnehmen würde u. abgesehen von Anderm, eine Zersetzung (?) unvermeidlich wäre.

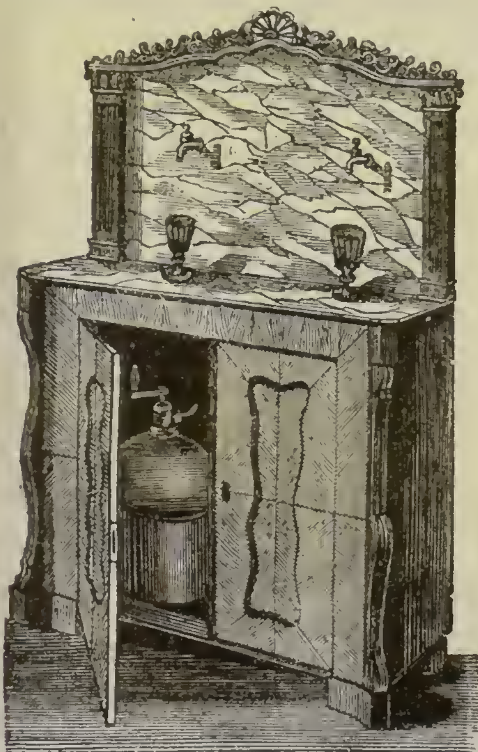


Fig. 20.
Schränkchen mit Füllkugel.

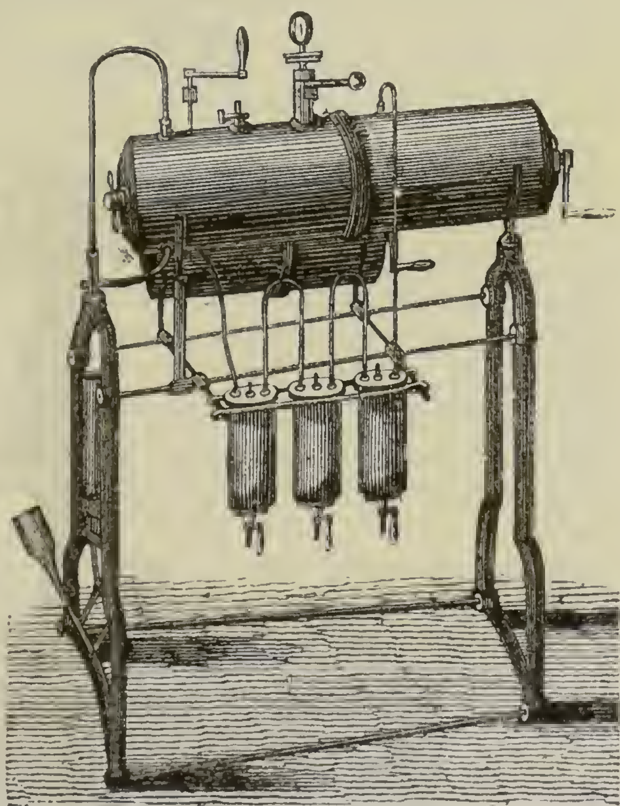


Fig. 21.
Füllcylinder nach J. Gressler (Berlin).

Die transportabeln Füllgefässe werden nun zum Ausschank in Schränkchen (Fig. 20 nach J. Gressler) oder unter einen Ladentisch (Fig. 23 nach J. Gressler) oder in die untern Räume der M.W.-Buden gebracht. Solche Buden trifft man jetzt in Aachen, Köln, Düsseldorf, Berlin, Stettin, Breslau, Halle, Glogau u. andern

*) Wie aber, wenn der natürliche Brunnen, wie fast immer, weniger Gas enthält als einem einfachen Atmosphärendruck entspricht? L.

Städten u. sie rentiren sich im Allgemeinen sehr gut. Es sind in denselben verschiedene Flüssigkeiten gebende Ausschankhähne, die mit einem Zählwerk versehen sind. Das Zählwerk ist so eingerichtet, dass das Glas nicht anders einlaufen kann, als wenn es hinter einer Drehscheibe steht u. nur herausgenommen werden kann durch Zurückdrehen der Scheibe, so dass also nicht blos das Umdrehen des Hahns gezählt wird, sondern die Anzahl der gefüllten Gläser. Auch kann mit dem Hahne eine Höhlung in Verbindung gebracht sein, die jedesmal ein Glas der Flüssigkeit aufnimmt.

In den zu medizinischen Zwecken eingerichteten M.W.-Trinkanstalten müssen Vorrichtungen getroffen sein, dem W. den Wärmegrad zu geben, den es an der Qu. zeigt. S. oben.

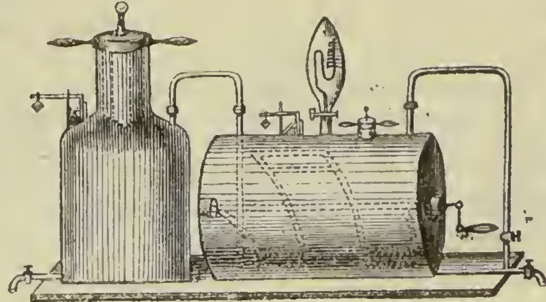


Fig. 22. Apparat mit Füllcylinder.



Fig. 23. Mineralwasser-Ladentisch.

Zur Fabrikation künstlicher M.W. u. zur Nachahmung der natürlichen gehört die Auflösung von Salzen oder deren Bestandtheile.

Leichtlösliche Salze, die sich ohne Hülfe von Kohlens. lösen, sind die meisten Chlor-, Brom-, Jod-, Fluor-Verbindungen (z. B. Chlor-Aluminium, -Eisen, -Strontium, -Baryum, -Lithium), ferner die meisten Sulfate u. Alkali-Carbonate, einschliesslich des kohlens. Lithiums. Wie überhaupt bei allen Salzen, die in fester Form Krystallwasser enthalten, muss bei dem Abwägen der zur Darstellung einer bestimmten Mischung nöthigen Mengen derselben jenes berücksichtigt u. beim Zumessen des W. in Abzug gebracht werden. Statt 10 Th. kohlens. Natron nimmt man 27 Th. krystallinisches kohlens. Natron, statt 10 Th. schwefels. Natron 22,7 Glaubersalz, statt 10 Th. schwefels. Magnesia 20,4 Bittersalz. Vom doppeltkohlens. Natron nimmt man 12 % mehr. Schwefelnatrium enthält 67,3 % W.. Chlornatrium, Chloreisen, Chlormangan, Jod- u. Bromkalium, salpeters. Kali u. Natron, kohlens. Kalk sind wasserfrei, wenn sie nicht feucht sind. Chlorcalcium pflegt etwa die Hälfte u. Chlormagnium noch etwas mehr W. zu enthalten. Solche leicht zerfliesslichen Salze werden aus einer entsprechenden Menge Kalkcarbonat oder Magnesia durch Sättigung mit Salzsäure in W. erzeugt. Für viele Salze ist es zweckmässig, sie in Lösungen von bestimmten spez. Gewichten vorräthig zu halten; man muss dann nur wissen, wie viel Salzgehalt die Lösung enthält.

Kohlens. Magn. u. kohlens. Kalk bedürfen der CO^2 zur Lösung. Um Magnesia-Carbonat in Lösung zu bringen, bedient man sich der Magnesia hydrico-carbonica, welche noch 11 % CO^2 erfordert, um neutral zu sein u. wovon 10 Theile im Magnesia-Gehalte 8,5 kohlens. Magn. der Chemiker gleichen. Um 10 Th. der letztern zu ersetzen, sind also ausser der noch mangelnden CO^2 11,76 Magnesia hydrico-carbonica nothwendig. Zur Darstellung von kohlens. Kalk bringt man Kalk-W. in den Behälter u. leitet CO^2 ein. Oder man bildet diese Erdsalze durch gegenseitige Zersetzung, z. B. durch kohlens. Natron aus Chlorcalcium oder schwefels. Magn., je nachdem die übrigen Bestandtheile des W. sind; wo denn jene im Entstehungsmomente durch den nöthigen Ueberschuss von Kohlens. leicht gelöst werden. Aehnlich verfährt man, um phosphors. Kalk hineinzubringen; man setzt ein lösliches phosphors. Salz hinzu, das man durch ein Kalksalz zersetzt. Die Kieselsäure bringt man gewöhnlich als kiesels. Natron in Lösung.

Bei der künstlichen Darstellung der M.W. ist ein Ueberschuss von CO^2 nicht leicht zu umgehen. Den Schwefelverbindungen möchte ein solches Uebermaass dieser Säure Nachtheil bringen, indem es HS freimacht.

Bei der Auflösung der Schwefelverbindungen hat man den Zutritt des Sauerstoffs ganz zu verhüten durch Auskochen des W. u. Erkaltenlassen unter Luftabschluss, vorhergehendes Anfüllen der Flaschen mit CO^2, Verstopfen unter einem Strom von CO^2. Dasselbe gilt von der Auflösung der Eisensalze, namentlich des kohlens. Eisens. Es ist gar keine leichte Aufgabe, den Sauerstoff so fern zu halten, dass nicht das Eisen sich oxydire u. das W. trübe. Wenn Soubeiran auch das W. auskochte u. die Stopfen mit Eisenvitriol-Lösung vorher einweichte, so sah er doch bald das W. trübe werden; er rieth daher, das kohlens. Eisen durch das 2,26fache Gewicht von weinsaurem Eisen-Kali zu ersetzen. (Henry rieth — obwohl die Eisenkrenat-W. sonst

nicht die Ehre, nachgebildet zu werden, haben — zur Nachahmung der W. mit Eisenkrenat, Humus auszukochen, die concentrirte Abkochung mit Eisenvitriol zu fällen u. das Präcipitat in kohlens. W. zu lösen.) Die M.W.-Fabriken halten ihr Verfahren geheim. Es beruht vielleicht auf dem Zusatz von feinzertheiltem Eisenmetall zum kohlens. W. *), wobei für 10 Th. kohlens. Eisen 4 Th. Metall eintreten, oder, was noch bequemer sein muss, auf der doppelten Zersetzung von Chloreisen oder Eisensulfat mit kohlens. Alkali, wobei aber etwas Organisches (Citronensäure) zugesetzt wird. Cf. S. 418. Vielleicht wäre es auch nicht unpassend, den allenfalls im W. oder im Behälter zurückgebliebenen Sauerstoff mit Hülfe der Absorptionskraft einiger vegetabilischen Combinationen oder des durch Wasserstoff reducirten Eisens, die man über dem Wasserspiegel im Behälter anbrächte, vollends zu entfernen. Der Eisengehalt solcher M.W., wie Selters, Fachingen, Geilnau, bleibt bei der Nachahmung gewöhnlich absichtlich unberücksichtigt, weil dergleichen Wässer nicht ihres Eisengehaltes wegen in Anwendung gezogen werden, u. weil, wie Bischof dies ausdrücklich anmerkt, im versandten W. derselben auch von den empfindlichsten Reagentien keine Spur von Eisen mehr nachgewiesen werden kann. Dabei ist natürlicher Weise von solchen Krügen die Rede, die nach altem Gebrauche ohne besondere Vorsichtsmaassregeln gefüllt wurden; das suspendirte Eisenoxyd blieb unbeachtet.

Das ganze Geschäft der Lösung der Salze wird dadurch eingeleitet, dass die Analyse des nachzuahmenden W. so umgerechnet wird, dass, wo möglich, alle Salze verschwinden, die sich nicht in blossem W. lösen.

Die organischen Bestandtheile der M.W. sind zu wenig erforscht, um bei der Nachbildung, wie es sich gebührte, berücksichtigt zu werden.

M.W., welche in den Fabriken dargestellt zu werden pflegen sind, ausser dem einfachen kohlens. W. folgende: Adelheidsqu., Bilin, Congress-Spring, Eger (Franzensbrunn u. Salzbrunn), Ems (mehrere Qu.), Fachingen, Geilnau, Homburg (Elisabethqu.), Karlsbad (Sprudel u. Schlossbrunn), Kissingen (Ragoczy), Kreuznach (Elisabethqu.), Kudowa, Marienbad (Kreutzbrunn u. Ferdinandsbrunn), Narzan (ein kaukasisches W.), Nenndorf, Püllna, Pyrmont, Saidschütz, Obersalzbrunn, Selters, Spa (Pouhon), Vichy, Wildegg, Wildungen (Stadtbrunn). Die M.W.-Fabriken versenden auch die zur Darstellung warmer Quellen nöthigen Salze, Anweisungen u. Geräthschaften.

Von den in der Natur nicht vorkommenden Salzlösungen, welche als M.W. Geltung erlangt haben, sind: Soda-W. (eine schwache Lösung von Natron-Bicarbonat in kohlens. W.), Glaubersalz- oder Bittersalz-Lösungen **), solche von kohlens. Magnesia (147 Z.T. kohlens. Magn., cf. S. 383) ***), Kalk †),

---

*) Wenn CO^2 Eisenmetall im W. angreift, so wird Wasserstoff frei, indem das Eisen sich oxydulirt.

**) Das kohlens. Bitter-W. Struve's soll auf 18 Unzen 3 Drachmen (wasserhaltiger?) schwefels. Magnesia enthalten u. ½ Dr. Natronbicarbonat.

***) Das französische Magnesia-W. hält 60 Z.T. Magnesia alba, das concentrirte W. 120 Z.T. (oder nach Henry die aus 320 Theilen Bittersalz erzeugte Magnesia).

†) Zur Bereitung des Liq. calcar. bicarb. gibt Becker folgende Vorschrift. Man sättige Kalkwasser mit CO^2 u. versetze es dann mit frischem Kalkwasser u. wechsle so ab mit dem Zusetzen von CO^2 u. von Kalkwasser in der Art, dass man mit CO^2 aufhört. (Arch. d. Pharm. Bd. 123, 295.)

kohlens. Lithion (2—5 Gran auf die Flasche, auch wohl durch das Citrat ersetzt), Eisen (cf. S. 408 u. 419, Anm.) zu nennen. Ueber künstliche Schwefel-W. s. Soubeiran in Journ. méd. de Bruxelles, Avr. 1856. Ueber künstliche W. mit Stickstoff, Sauerstoff, Ozon, Chlor geben die chemischen Handbücher oder die frühern §§. dieser Schrift hinlängliche Auskunft.

Die sog. Natrokrene enthält: Na Cl 24,87, $NaO\,CO^2$ 47,5, etwas $MgO\,CO^2$ u. $CaO\,CO^2$ u. noch 11 andere Bestandtheile in einer Gesammtmenge von 1,3 Z.T., die füglich wegbleiben könnten. *)

Es ist hier nicht der Ort, die Vortheile u. Nachtheile der nachgeahmten M.W. auseinanderzusetzen; nur in chemischer Hinsicht mögen einige Bemerkungen für u. gegen die Nachbildungen am Platze sein. Dass die Herstellung der künstlichen M.W. nach Recepten geschieht, »die unter der Clausel eines unverbrüchlichen Geheimnisses stehen«, dass die Etiquette der Flasche die chemische Formel oder wenigstens das Datum der als Typus angenommenen Analyse nicht angibt, dass die Analysen einerseits noch sehr unvollkommen u. oft wenig übereinstimmend sind u. andererseits auch wirklich aufgefundene Stoffe, z. B. die organischen, die manchen Wässern gewisse Eigenthümlichkeiten ertheilen, nicht nachgebildet werden können, dies Alles schwächt das Zutrauen in die Fabrikation der künstlichen M.W.. Den Einwurf, dass man eigentlich nicht weiss, wie die Stoffe im W. verbunden seien, suchte Struve, der Hauptrepräsentant der M.W.-Fabrikation in Deutschland, damit zu beseitigen, dass er zu beweisen suchte, dass er die bei der Genesis der W. von der Natur befolgte Methode nachahme. Obwohl dies offenbar nicht der Fall ist, da Struve die Operationen der Natur auf einem kürzern Wege zu erreichen suchte, mag jener Einwurf dahin gestellt bleiben, da es wohl keinen Unterschied macht, welche Reihenfolge bei der Mischung der Stoffe befolgt wird, sobald nur keine Ausscheidungen stattfinden. Aber muss u. musste nicht, namentlich zur Zeit von Struve, jede bisheran veranstaltete Nachahmung nothwendiger Weise unvollständig sein, weil uns bis heute noch so Manches an einer genauen Kenntniss der Chemie der M.W. abgeht? Struve wusste 1825 diesen Einwurf nur damit zu umgehen, dass er auf sein Streben hinwies, diese Stoffe zu erforschen u. auf seine Gewissenhaftigkeit sie zuzusetzen. Wie manches M.W. ist in chemischer Beziehung aber erst seit dem Tode Struve's quantitativ oder qualitativ genauer erforscht worden! Erst 1850 wurde z. B. im Aachener W. Brom u. Kohlenwasserstoff nachgewiesen. Mehrere Analysen von Struve gehören aber noch in das zweite oder dritte Decennium dieses Jahrhunderts. Wo sind aber die Beweise, dass die Struve'schen Anstalten — von andern nicht zu reden — die neuesten Forschungen berücksichtigen, dass sie, wo Verschiedenheiten der Analysen bestehen, die richtigste derselben wählen? Bei leicht zersetzbaren W. können Zubereitung u. das Trinken, besonders kleinerer wiederholter Mengen, nicht so unmittelbar aufeinander folgen, dass damit die Unversehrtheit des W. erreicht wird, wie der natürliche Brunnen

*) Nützlicher als solche Composita würden kohlens. W. mit Kochsalz, Salpeter, Weinsteinsäure, Citronensäure, Jod etc. sich erweisen. Man ist heutigen Tages übrigens schon so weit gekommen, selbst „Hämorrhoidal-W." zu erzeugen u. wird wohl so allmälig dem Publikum eine Pharmacopoea carbonica zurecht machen.

sie bietet, wo jeder Trunk unmittelbar dem mütterlichen Busen der Erde entströmt.

Es gilt auch heute noch der Ausspruch von Baccius (1569): »Imitatur ars naturam in quantum potest at non assequitur« u. es bleibt der Satz von Frizemelica (1679): »Ars non aeque perfectum facit, sicuti quod facit natura« in mehrfacher Beziehung unbestreitbar.

Doch hat die Nachbildung in chemischer Hinsicht auch Vortheile, die das Original nicht (oder doch nicht mehr bei der Versendung) hat. Die meist nach festen Formeln vorgenommene Mischung kann den Vorzug einer grössern Beständigkeit haben, wenn der Gehalt der Qu. ein wechselnder ist. Es können aber, was noch ferner wichtig ist, gewisse Abänderungen vorgenommen werden, z. B. das Eisen, oder was noch häufiger geschieht, die CO^2 in höherer Dosis zugesetzt werden. In ähnlicher Beziehung sagt schon Chaptal: »La nature n'est inimitable que dans les seules opérations vitales, nous pouvons l'imiter parfaitement dans les autres (was freilich nur mit einiger Einschränkung richtig ist), nous pouvons même faire mieux qu'elle, car nous pouvons varier à volonté la temperature et les proportions des principes constituants.«

Als eine Nachbildung der Sauer-W. kann es angesehen werden, wenn man andere M.W. mit CO^2 imprägnirt. Gentilhomme liess das W. von Plombières, Costallat das von Bagnères de Bigorre mit CO^2 anschwängern.

Eine theilweise Nachbildung ist es, wenn ein natürliches M.W. als Basis zur Bereitung eines andern benutzt wird; so lässt sich Obersalzbrunn durch Salzzusätze zu Karlsbader oder Püllnaer W. oder zu Kissinger Ragoczi umwandeln. Zur Darstellung des Ragoczi gehört ausserdem noch ein bestimmter Zusatz von Salzsäure. (Kirschner in Med. Ver. Ztg. 1841, 95.) Natürlicher Weise muss in dem als Basis gebrauchten W. kein Salz sein, was nicht in dem nachzubildenden vorkommen darf, es müsste denn, wie eben für den Ragoczi bemerkt wurde, durch die Zugabe umgewandelt werden. Mit einem unnöthigen Betrage von CO^2 nimmt man es nicht so genau.

Figuier u. Mialhe gaben Vorschriften, um aus französischen W. deutsche zu machen, durch Mischung mehrerer W. oder durch Zuthat von Salzen; es scheint mir dies ein verfehlter Patriotismus zu sein.

Zu Kissingen bereitet man ein künstliches Friedrichshaller Bitterwasser, das aber selbst an seinem Geburtsorte mehr ein Kunst- als Naturprodukt ist.

Zu Aachen wird in den Apotheken für Auswärtige eine Salzmischung bereitet, die mit W. eine dem dortigen Thermal-W. sehr ähnliche Lösung gibt.

§. 253. Wasser der Schlackenbäder und Granulirbäder.

Weniger als Nachahmung der M.W., wie als Ersatzmittel kann das bei metallurgischen Prozessen erzeugte Schlacken- u. Granulir-W. gelten. Die Schlacken können sehr verschiedenartig zusammengesetzt sein. Die Rohschlacke von Hettstädt enthält z. B. vorzugsweise Kiesels., Kalkerde, Thonerde, Eisenoxydul, auch etwas Kupfer, Zink, Fluor, Vanadin, Molybdän. Die noch glühenden Schlacken

(von 300—500° R.) werden in W. abgekühlt. Da die in diesen enthaltenen Stoffe fast nur sehr schwerlösliche Verbindungen sind, so muss ein derartiges Schlacken-W. sehr arm an aufgelösten Stoffen sein; sogar werden die Erdsalze, die das W. vorher hatte, noch daraus niedergeschlagen; es wird die CO^2 desselben nicht auflösend wirken können, da sie bei der starken Erhitzung des W. vertrieben wird. Wenn also Lampadius CO^2 u. HS im Schlacken-W. gefunden hat, so scheinen diese Gase (wenigstens die CO^2) sich nachher durch Zersetzung gebildet zu haben, wobei auch das von ihm gefundene Eisen in Auflösung hätte kommen können. Immerhin müssen aber doch in den Schlacken Verbindungen sein, die durch heisses W. gelöst werden. Heintz fand im Schlacken-W. von Hettstädt in 10000 (ausser HS u. Spuren von Mangan) 8,66 f. G., nämlich:

Chlornatrium	,253	Natron	,242
Schwefelsäure	1,236	Kali	,264
Phosphorsäure	,023	Magnesia	,439
Kieselsäure	,588	Kalk	1,783
Kohlensäure	,833	Fluorcalcium	,408
Organisches	2,587	Eisenoxyd	,002.

§. 254. Chemische Veränderung der Mineralwässer durch diätetische Zusätze.

Es ist nicht selten, dass M.W. mit Wein vermischt werden; dabei ist vorzüglich die Wirkung der Weinsäure zu beachten. Diese treibt, in so fern sie frei ist, die CO^2 aus den Carbonaten von Alkali, Kalk, Magnesia, Eisen aus. Wenn sie Kalk u. Magnesia antrifft, bildet sie die entsprechenden schwerlöslichen Erdsalze der Weinsäure, welche meistens als saure Salze oder auch wohl mit weinsaurem Kali als Doppelsalze in der Mischung gelöst bleiben. Die Neutralisation, welche alkalische W. durch den Wein erleiden, ist natürlich eine sehr verschiedene nach dem Säuregrade des Weines u. der Alkalescenz des W.; sie pflegt aber bedeutend zu sein. Nehmen wir z. B. die Säuremenge, welche Fresenius als Durchschnittszahl von vier vorzüglichen deutschen Weinen fand, nämlich $\overline{T}$ HO 50,3 oder $\overline{T}$ 44,3, so würde ein solcher Wein ein M.W. mit 34 kohlens. Natron völlig neutralisiren, wenn gleiche Theile von beiden miteinander vermischt worden wären. Selbst W. wie Bilin, Tarasp, Vichy würden also unter diesen Verhältnissen ganz oder fast ganz neutralisirt werden. Werden M.W., die reich an kohlens. Natron sind, mit Moselwein oder ähnlichen Weinsorten so vermischt, dass deren Säure nicht vorherrscht, so wird die Mischung violett schwärzlich u. zugleich fällt die Thonerde des Weins mit dessen Farbstoff nieder. Witting bemerkte auch eine Verbindung des Farbstoffs des Rothweines mit schwefels. Baryt; in M.Wässern gelöste Barytsalze werden also etwas Aehnliches verursachen. Die Entwicklung der freien CO^2 wird durch den Zusatz von Zucker befördert, durch den Alkohol, das W. des Weines u. wahrscheinlich auch durch dessen Säure verhindert.

In Bezug auf Milch-Zusatz zu M.Wässern ist nur die Bemerkung zu machen, dass gewisse Kalk- u. Magnesia-Salze die Milch in der Wärme zum Gerinnen bringen.

§. 255. Badeschlamm.

Der Name „Badeschlamm" betrifft sehr Verschiedenartiges. Ueberblicken wir die Entstehungsweise der verschiedenen Schlamm-Arten, so finden wir diese als das Erzeugniss sehr differenter Prozesse, bei denen das W. aber immer eine Rolle spielt. Vorzugsweise dem Gebiete der Mineralogie gehören gewisse Schlamm-Arten an, welche durch Zersetzung der Gesteine durch Dämpfe, Gase, mineralisches W. oder durch Anhäufung zersetzter Gesteinsmasse entstehen; ebenso diejenigen, welche als anorganische Absätze aus gewissen Mineralwässern zu betrachten sind (Ocker,

Schwefel-Absätze). Bei sehr vielen dieser mineralischen Schlamm-Arten ist aber schon die Einwirkung kleiner Organismen (Gallionella ferrug., Sulfuraire, Kiesel-Infusorien) sehr merkbar. Mancher Schlamm ist jedoch vorzugsweise ein Produkt der Verwesung, der Humusbildung, der Zerstörung pflanzlicher Organismen überhaupt. Eine sehr untergeordnete Stellung nimmt als Badeschlamm die für sich angewendete organische u. organisirte Masse gewisser M.W. ein (§. 232—235).

Die für den Hydrologen beachtenswerthen Schlamm-Arten stammen aus Meeresbuchten, aus süssen oder salzigen See'n, aus Flüssen, Quellen, Lagunen, Salsen, Vulkanen, Mooren, Ackerböden etc. u. weichen in chemischer Hinsicht sehr von einander ab. Den grössten Theil fast einer jeden Schlamm-Art bilden die in W. unlöslichen Theile, gewöhnlich Kiesels., Thonerde u. kohlens. Kalk. Meistens ist aber der Schlamm eine so unregelmässige Mischung der heterogensten Theile, dass Eine oder selbst mehrere Analysen nur eine ungefähre Auskunft über die durchschnittliche Zusammensetzung geben können.

Beginnen wir mit dem Meeresschlamm (Seeküsten-Schlamm).

Der Seeschlamm der Normandie enthält nach Pierre in Säuren lösliche Theile 3800—7300 Z.T., kohlens. Kalk 2400—5200 Z.T., 60—730 Z.T. flüchtige u. brennbare Stoffe.

Seeschlamm-Bäder Schwedens. In keinem Lande „liegt" man so viel im Schlamme, wie in Schweden, wo eine Menge von Schlammbädern an den Küsten u. im Innern des Landes eingerichtet sind. Die mechanischen Bestandtheile der verschiedenen Schlamm-Arten hat Hök (*Nagra upplysningar rörande Sveriges Badgyttjor. Stockh. 1853, 44 p.) fleissig untersucht. Moorschlamm enthält immer, Landschlamm zuweilen einen grossen Reichthum von Kiesel-Infusorien, so dass unter dem Mikroskope die Zwischenräume zwischen den Infusorien kaum grösser sind als die sich darbietenden Flächen dieser. Der Schlamm enthält ferner Pflanzenfragmente u., besonders vorwiegend der Seeschlamm, organische Stoffe; auch Gasarten fehlen nicht.

Die Bedingungen zur Bildung des Seeschlammes sind Buchten mit thonigem Boden, worin das W. Ruhe genug hat, um eine reiche, später verfaulende Vegetation aufkommen zu lassen.

Nimmt man Schlamm aus der Mitte des Lagers, wo er am freiesten von Verunreinigungen u. noch unzerstörten Vegetabilien ist, so stellt er eine licht- oder dunkelgrüne, aschgraue, graubraune oder schwarze, teigige, halbweiche, fettige Masse dar, — welche grösstentheils aus unorganischen Substanzen besteht, worin das unbewaffnete Auge kaum Verschiedenartiges auffindet, — die zuweilen nach Schwefelwasserstoff riecht, mehr oder minder nach Salz schmeckt, u. worin das Mikroskop unter 600maliger Vergrösserung Folgendes aufklärt: Conglomerate von unregelmässiger Form aus Thon, Eisensilicat u. s. w., unregelmässige Quarztheilchen, Glimmerfragmente, Hornblendekrystalle (alle diese Bestandtheile stammen von den nahen Gebirgen), viele u. vielartige schöne Kieselinfusorien (zuweilen Kolosse in ihrer Art), woran besonders der Schlamm von Wisby u. Hillevik reich, dagegen der von Norrtelje u. Furusund arm ist, dann oft auch Spongolithen u. Lithostylidien, meistens in Bruchstücken, Polythalamien, Pflanzenfragmente, meistens auch einen guten Antheil an Algen u. Conferven.

Strömstad. Der dunkelaschgraue, stark mit Grün vermischte, sehr nach *HS* riechende, salzige, geschmeidige, ja fast ölige Schlamm wird durch doppelte Säcke gepresst u. so von gröbern Theilen gereinigt. Es finden sich darin Navicula, Melosira sulc. u. lin., Pinnularia quadrif., Surirella lamella, Diploneis, Amphora fol., dann Spongolithes acicul. etc.. Die Hauptmasse besteht aus Conglomeraten.

Grebbestad, einige Meilen südlicher. Schlamm ähnlich, doch nicht so reich an Kieselthierchen (Melosira, Pinnul., Amph. eryst., Grammatophora etc.). Riecht nach *HS*, schmeckt stark salzig.

Lyskil, noch einige Meilen südlicher, in Bohuslän, viel besuchtes Bad. Geschmeidiger Schwefel-Schlamm mit sehr vielen Kieselthierchen (Surirella fast. u. sigm., Rabdonema arc. etc.), Spongolithes acic. in Menge, wenigen Vegetabilien.

Gustafsberg, 1/4 Ml. südl. von Uddevalla, in schöner Gegend. Salziger Schwefel-Schlamm. Viele Kieselthiere (Campylodiscus, Surirella etc.). Hauptmasse Conglomerate.

Marstrand. Der Schlamm kommt 1/2 Ml. davon vor. Salziger, geschmeidiger Schwefel-Schlamm. Reich an Kieselthieren (Grammatophora, Rabdonema etc.) mit vielen Spongolithes acicul..

Wisby. Der Schlamm ist ziemlich fein, geschmeidig, seifenartig, schmeckt wenig salzig. Reich an Gasen. Ausserordentlich reichhaltig an Kieselinfusorien-Masse (Podosphenia, Cymbella, Cocconema, Epithemia, Surirella, Gomphonema, Synedra u. Navicula etc.), jedoch noch reichhaltiger an Quarztheilchen u. kohlens. Kalk. Hält auch eine Menge Conferven, Algen u. zersetzte Pflanzen.

Furusund auf Yxlan, zwischen Stockholm u. Norrtelje. Geschmeidiger, seifenartiger, homogener, fast geschmackloser Schlamm mit wenigen Kieselinfusorien (Epith., Navic.). Die grösste Masse desselben besteht aus körnigen Conglomeraten (eisenhaltigem Thon u. einigem Quarzpulver), aus Quarzkörnern u. etwas Hornblende.

Norrtelje. Der homogene, geschmeidige, feine, seifenartige Schlamm, ist frei von Salz, riecht wenig nach *HS*. Das blosse Auge entdeckt keine Pflanzentheile, das bewaffnete einige Conferven, ziemlich viel Kieselinfusorien (Eunotia, Himanthidium, Epith., Navic., Melosira, Surirella etc.). Die Hauptmasse besteht wieder aus körnigen Conglomeraten (eisenhaltigem Thon), Quarzkörnern u. wenig Hornblende.

Hillevik, 1 1/2 Ml. nördlich vom Gefle. Der Schlamm schmeckt kaum salzig u. riecht nach *HS*. Er ist homogen, geschmeidig u. seifenartig. Das Mikroskop entdeckt eine Menge Conferven, Algen, Zellensubstanz u. ausserordentlich viel Diatomeen (Eunotia, Epith., Surirella, Campylodiscus, Navic. etc.). Die grösste Masse ist von körnigem Conglomerat gebildet, danach von Quarz, Glimmer u. etwas Hornblende.

Ueber den Meeresschlamm schwedischer Seebäder vgl. noch: Dor's Schrift (Vev. 1861, 75 p.).

Sandefjord, ein Badeort Norwegens benutzt einen Schlamm (Gytge) der auch ein von Salzwasser durchdrungener Meeresschlamm ist. Strecker (1854) analysirte eine Probe davon, woraus die Muschelschalen entfernt waren. Er fand:

Organische Substanz	992	(nämlich *C* 399, *H* 61, N 46, *O* 486).
Chlornatrium	418	
Schwefelsäure	205	
Kali	78	
Magnesia	118	
Kalk	131	
Eisenoxyd	415	
Thonerde	125	
Kieselsäure	139	
Sand u. Thon	7380.	

Cf. Chem. Centralbl. 1855, 650.

Zum Meeresschlammmn kann auch wohl der zu Hapsal (I) u. auf der Insel Oesel (Livland) gebrauchte Badeschlamm gezählt werden. Auf letztgenannter Insel bildet die Ostsee eine Bucht, gegen deren Ende sich eine Schwefelschlamm-Schicht von 1—2′ Höhe unter 2—4′ W. gebildet hat. Diesen Schlamm sieht man bei niedrigem W.-Stande u. am Ufer hervorkommen; auch aus Quellen kommt er hervor. Er quillt aus den Spalten eines Kalksteins u. entsteht vielleicht theilweise aus der Zersetzung des Gesteins. Das W., welches ihn heraufbringt, ist wenig salzig, 10° warm. Nach einer ältern Analyse enthielt er ca. 3 Z.T. Eisenoxyd, noch weniger Kochsalz, kohlens. Kalk etc.. Die neuere Analyse (unter II) betraf einen salzreichern Schlamm.

Nach Schmidt's Analyse:

	I	II
Organisches [1])	181,	221,
Chlorkalium	48, [2])	39,
Chlornatrium	16,4	14,7
Schwefels. Magn.	3,6	[24,1 MgCl]
„ Kalk	5,4	17,1
Schwefelammonium		1,76
Schwefelcalcium	4,5	2,34
Schwefeleisen	196,1	257,8
Ferner [3])		

[1]) Harze, Humin, Humins., lösliche org. Stoffe.

[2]) Oder 4,8.

[3]) Unter I: Kohlens. Kalk 144,5, Silicate, Kiesels., Thonerde 6272, u. *HS* 3171 (?). Auf trockene Substanz berechnet würden die Werthe der löslichen Salze etc. um die Hälfte grösser sein. In I u. II noch Spuren von Jod u. Brom.

Grebel Monogr. des Oeseler Schlamms; Dorpat 1854.

Die Schlamm-Arten der Orte, welche am schwarzen Meere gelegen sind, schliessen sich zunächst an die Meeresschlamm-Arten an.

Der Schlamm von Sevastopol enthielt nach Hasshagen:

Organ. u. W.	8842,	Die Berechnung scheint auf 20 000 Th. zu lauten; die Zahlen werden also zu halbiren sein.
Jodnatrium	4,	
Brommagnium	9,2	
Chlorkalium	8,	
„ natrium	254,	
„ magnium	496,	
Schwefels. Magn.	387,	
„ Kalk	1713,	
„ Eisen	97,6	
Kohlens. Magn.	1077,	
„ Kalk	3031,	
Eisenoxyd	611,	
Thonerde	1561,	
Kieselsäure	1909.	

Als Beispiele von Schlamm von Salzsee'n dürfen wohl die nachfolgenden Analysen angesehen werden.

Saksk nach Hasshagen (I). Unter II ist wohl das M.W. verstanden.

	I	II
Jodnatrium	48	5,5
Brommagnium	86	9,7
Chlorkalium	235	56,
„ natrium	947	1507,
Schwefels. Kali	26	[436, Mg Cl]
„ Natron	395	[187, MO SO^3]
„ Ammon.	265	
„ Magn.	183	[31, CaO SO^3]
Phosphors. „	127 !	
Einfach-Schwefel-Ammonium	265	
Organisches	55	4,5
In W. unlösliche Theile	2367.	

Schlamm des Manitscher (Staro-Manischen) See's im Lande der donischen Kosaken (I), des Grysker See's (II), des ? (III). Drei Analysen von Grym. Viel Salze!

	I	II	III
Bromnatrium	4,2	[Mg Br 3,6]	
Chlornatrium	871,2	1117,	1012
„ magnium	345,7	330,	512
Schwefels. Kali	3,7	,1	
„ Natron	67,4	139,	178
„ Kalk	658,8	118,6	285
Phosphors. Kalk	,2	PO^5 etc.:	186
Kohlens. Magnes.			207
„ Kalk	5,1		347
Eisenoxyd			663
Thonerde			324
Organisches			1183
Kieselsäure			5246.

Nicht so reich an Salzen ist der Schlamm der Süss-W.-See'n.

Der blaugraue, geruch- u. geschmacklose Schlamm des Plattensees enthielt nach Heller 1853: *Organisches 1250, schwefels. Natron 33, schwefels. Magn. 177, kohlens. Magn. 1526, kohlens. Kalk 2823, Eisen- u. Manganoxyd 312, Thonerde 14,4, Kieselerde 3608, Summe 9743 (statt 10000). Balneol. Ztg. V, 290.

Ueber den Schlamm der Teiche s. im Register.

Der Schlamm der Flüsse ist mehr in geologischer als in ärztlicher Hinsicht beachtenswerth. Mehrere Analysen s. in Ludwig, Natürl. W.; 1862. Ich beschränke mich hier auf den Nilschlamm, von dem Hoffmann als Mittel von 8 Proben erhielt:

Organisches	570
Kali	47
Natron	55
Magnesia	76
Kalk	191
Kohlens. Kalk	372
Schwefels. Kalk	24
Thonerde	1170
Eisenoxydul	2020
Kieselsäure	5460.

Lajonchire. fand 0,7—6,5 Chlormetalle, Ehrenberg viele Arten von Infusorien.

Von den Salsen u. vulkanischen Schlamm-Ergüssen ist (S. 171, 479) Rede gewesen; in der Physik der W. werde ich nochmal darauf zurückkommen. Durch die Wirkung heisser Dämpfe u. Wässer wird das Gestein zu Schlamm zersetzt. *) Der medizinisch benutzte Schlamm ist aber noch häufiger ein Produkt der Zersetzung von Vegetabilien, u. zwar wird sehr oft zu Schlammbädern gewöhnliche Torferde oder Moorerde genommen.

Der Torf ist eine kohlige, aus Pflanzenresten, Humussäuren, Humuskohle, Harz in sehr verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzte braune oder schwarze Mischung, welche zuweilen durch freie Humussäuren etwas sauer ist. Die Verwesung u. Verkohlung der vegetabilischen Theile ist mehr oder weniger weit vorgeschritten in den verschiedenen Arten des Torfes. Man unterscheidet Rasen- oder Moostorf, welcher der Hauptmasse nach aus noch erkennbaren Resten von Gräsern, Moosen u. Conferven besteht, — Fasertorf, worin mehr oder weniger veränderte Pflanzentheile von einer innig gemischten, schwarzbraunen, im feuchten Zustande schlüpfrigen Masse, aus den oben genannten Substanzen bestehend, umhüllt werden —

*) Ein solcher Lagunen-Schlamm ist der am Monte Cerboli gefundene u. benutzte. Er ist ausgezeichnet durch eine sehr grosse Menge Schwefel (3600 Z.T.) u. schwefels. Eisen (1200), neben einer gleichen Menge schwefels. Kalks, mit Magnesiasulfat (300) u. Borsäure (200); das Uebrige ist Kiesels., Thonerde u. noch unzersetzter kohlens. Kalk.

u. Pechtorf, der nur sehr wenige Pflanzenreste, aber viel Humussäure u. Wachsharz mit etwas Humuskohle enthält. Alle drei Arten können mehr oder weniger mit erdigen, salzigen u. metallischen Theilen gemengt sein. Der mit vielen erdigen Theilen gemengte Torf heisst Torferde. *)

Zur Bildung des Torfes ist eine anhaltende Durchtränkung des Bodens mit W. nöthig. Es entstehen in seichten Gegenden nämlich eine Menge von Nostochinen, Conferven, Charen, Ulven u. andern Wasseralgen, deren zartes Gewebe sich nach dem Absterben zersetzt u. theilweise zu Boden fällt. Sobald eine gehörige Humuslage auf diese Weise gebildet ist, folgt eine sehr reichhaltige Sumpfvegetation nach, die sehr verschiedenen Geschlechtern angehört. Nicht auf jedem Moor kommen dieselben Pflanzen-Arten vor. Es sind z. B. Carices, Nymphäen, Juncus-Arten, Trifolium aquat., Stratiotes aloid., Hottonia, Caltha, Acorus, Polygonum, Sagittaria, Eriophorum, Vaccinium, Myrica, Empetrum, Drosera, Equisetum, Salix etc. . Diese Pflanzen, worunter besonders Hypnum u. Sphagnum häufig zu sein pflegen, bilden mit der Zeit ein verfilztes Gewebe, dessen untere abgestorbene Lagen, vom Sumpf-W. umspült u. daher vor O geschützt, eine eigenthümliche Verkohlung erleiden. **)

Nur ein Theil des Kohlenstoffs dieser Pflanzen wird zu CO^2 oder Kohlenwasserstoff, ein anderer bleibt unverbunden als Humuskohle oder in seinen ursprünglichen, vielleicht nur wenig umgewandelten Verbindungen, als Wachs oder Harz zurück. Es fanden sich z. B. im Moore von Driburg Weichharz u. bituminöses Harz, im Meinberger Schlamm auch noch grünes Harz, im Schlamm von Gleissen eine sehr erhebliche Menge von bituminösem Harz u. von Bergtalg ***), im Moore von Franzensbad Wachs u. bitteres Harz, in dem von Marienbad braunes wachsartiges u. bituminöses Harz. Darunter sind gewiss auch Harze einiger giftigen Sumpfpflanzen (Ledum, Oenanthe etc.).

---

*) Nicht zerfallener Torf enthält nur wenig Unorganisches, das ans W. übergehen könnte. In der Asche verschiedener Torf-Arten fand Jaeckel viel Kalk, Eisen, Schwefels., weniger Phosphors., selten viel Magnesia, wenig Thonerde, Kali, Natron; die meisten zeigten viel CO^2, die sich aber aus organischen Stoffen beim Einäschern gebildet haben konnte. Zuweilen liess sich schwefels. Eisen mit W. ausziehen. Jod, das Straub angegeben hatte, Poggendorf aber auch in einem Torfe vermisste, war nicht vorhanden. Chloralkalien fehlten in kleiner Menge nie. Kochendes W. entzog den Torfen zunächst nur Spuren eines gelben Extraktivstoffes. (Arch. d. Pharm. 1852.) Straub gibt auf 100 Th. Torf (-Asche?) an Salzen an: Chlornatr. 5,9, Chlormagn. 16,7, schwefels. Kali 3,5, schwefels. Magn. 1,2, Brommagn. fast 0,6. Der Torf von Zamarstynow enthielt ausser Quell-, Quellsatz- u. Humussäure etwas Schwefels., dann Kalk, Eisen, etwas Magnesia, im Ganzen nur wenig Lösliches.

**) „Förmliche Gegensätze bieten die Hoch- u. die Wiesenmoore, u. zwar durch den ganz verschiedenen Charakter ihrer Vegetation. Jene sind Moore des weichen, diese des harten Wassers. Beim Hochmoor finden wir die Zwergwälder von krüppelhaften Kiefern, den Filzkoppen (Pinus pumilio), u. die rothbraunen Flächen des hygroskopischen Sphagnum; beim Wiesenmoor haben wir nasse Wiesen, saure Gräser (Cyperaceen), zerstreute kleine Gruppen von der aufrechten Waldkiefer, von Birken oder Wachholder . . . . Die Filzkoppe ist von der ihr ähnlichen Legföhre oder dem Krummholz, der Latsche durch ihre Lebensbedingung wesentlich verschieden. Letztere ist auf dem Boden harter Wässer beschränkt, die Filzkoppe aber bewohnt die auf kalkarmem Thon ruhenden, von weichem W. gebildeten Hochmoore, nie die von hartem W. durchdrungenen Wiesenmoore (O. Sendtner). von Stransky-Greiffenfels Aibling 1863.

***) Der erwähnte Bergtalg ist eine weisse, wachsartige oder zerreibliche, bei 75° schmelzbare Materie, die mit weisser Flamme verbrennt, in Aether u. heissem Alkohol löslich ist. Sie ist in W. unlöslich. Die daneben vorhandene, in Alkohol lösliche Materie, theilt dem kochenden W. einen sehr bittern, in Geschmack an wässeriges Pechextrakt erinnernden Stoff mit. Diese Materie schmilzt bei 38°, beim Verbrennen riecht sie wie brennender Bernstein u. wie Asa foetida. Ueber die verschiedenen Harze des Torfes s. Mulder Phys. Chem., 153.

Aus der leichter humificirbaren Pflanzensubstanz (Holzfaser, Eiweiss, Stärkemehl, Zucker etc.) bilden sich Humussäuren, meistens wohl die am wenigsten oxydirten. (§. 220—222.) Ein Theil dieser gebildeten organischen Stoffe ist in W. für sich oder in Verbindung mit Basen auflöslich. Die pflanzensauren Salze, die sich etwa vorfinden, werden wohl in Carbonate verwandelt, die CO^2 aber dann von den Humussäuren oder doch von der SO^3, die sich öfters bildet, theilweise ausgetrieben. Die Kiesels., wodurch besonders die Equisetaceen ausgezeichnet sind, wird wohl zum Theil vom W. aufgelöst; der Schwefel u. der Phosphor der Pflanzensubstanz gehen wahrscheinlich mehr mit H als mit O Verbindungen ein. Die Phosphorsäure derselben findet Eisen, Kalk u. andere Basen, womit sie unlösliche Verbindungen eingeht. Das Eisenoxyd wird durch die Anziehung des O durch die Humussäuren theilweise zu Eisenoxydul reducirt, die Sulfate werden aus derselben Ursache zum Theil zu Sulfüren umgewandelt. Bei der Bildung des Torfes ist dieser Austausch des O des Eisenoxydes u. der Sulfate an die humusbildenden Stoffe sehr wichtig.

Wohl jeder Schlamm enthält neben Stickstoff freie Gase, Kohlenwasserstoff u. CO^2 u. sehr oft auch HS. An der Luft bilden sich gewiss auch Oxydationsstufen des Schwefels. Als poröser Körper wird der Schlamm N, O u. CO^2 aus der Atmosphäre aufnehmen. Mit dem Stickstoffe ist auch die Möglichkeit von Ammoniak u. Salpetersäure unter Umständen gegeben. Die Einwirkung des O macht sich bei dem an der Luft liegenden Schlamme durch eine dunkler oder brauner werdende Färbung bemerklich, womit gewiss eine Oxydation des Eisenoxyduls u. mehrerer organischen Stoffe verbunden ist. Die im frei gelegenen Schlamm vorhandene CO^2, theilweise gewiss öfters ein Zersetzungsprodukt der Erdcarbonate (etwa durch Eisenvitriol), wird noch häufiger aus organischen Substanzen erzeugt worden sein. Die CO^2 ist nicht allein das Endziel der Umwandlung vegetabilischer Substanzen, sondern entsteht fast auf jeder Stufe der Humusbildung.

Zu den unlöslichen Bestandtheilen des Moores gehören Schwefeleisen, Raseneisenstein (s. S. 491) u. der Vivianit (Blaueisenerde, Glaukosiderit, phosphors. Eisenoxyduloxyd); letztere sind viel seltener als ersteres. Das Schwefeleisen (Schwekies) findet sich bald in Form glänzender Blättchen, grober Körner oder grösserer Klumpen, bald als Erzumkleidung einzelner Pflanzentheile, bald als Platten, die oft mehrere Quadratfuss einnehmen u. einige Zoll dick sind. Genauer untersucht, bestehen auch diese grössern Massen aus Inkrustaten der Torfgewächse. Einen interessanten, nicht ganz unlöslichen Mengtheil des Franzensbader Moores bildet der Kieselguhr. (Cf. S. 523.)

Man wählt gewöhnlich einen solchen Moostorf als Zusatz zu Bädern, der durch die Gegenwart von Salzen, Schwefel, Eisenoxyd, Eisensulfat, Harz oder viel Humussäuren schon im frischen Zustande oder nach dem Liegen an der Luft ausgezeichnet ist, der sich gut von den gröbern Theilen scheiden lässt oder von solchen gröbern Substanzen frei ist u. eine homogene, weiche, schlüpfrige, wasserbindende Masse gibt. Mancher Torf ist aber sehr arm an unorganischen Bestandtheilen. Die massenhafte Gegenwart der mineralischen Stoffe ist vorzüglich dadurch bedingt, dass M.Qu. sich in einem Torfboden verbreiten u. verdunsten, wobei sie einestheils Bestandtheile im Boden zurücklassen, andererseits die Zersetzung des Torfes befördern. Eisen-W. u. Schwefel-W. lassen Eisenoxyd u. Schwefel, Salz-W. Salze zurück, W. mit kohlensaurem Natron bilden mit den freien Pflanzensäuren neue Verbindungen, die gewiss auch theilweise in der Masse verbleiben. Ist das W. reich an CO^2, so bilden sich Erdsalze oder es schlagen sich Erdsalze nieder, wenn das W. die CO^2 verliert u. erdige Theile aufgelöst hatte; zudem wird die Verwitterung der steinigen Trümmer, welche sich immer vorfinden, durch die CO^2 befördert.

Die hygroskopische Beschaffenheit der Moorerde hängt hauptsächlich von den organischen Stoffen ab.

Der grösste Theil der Moorerden wird fast immer von Substanzen, die in W. unlöslich sind, gebildet, von Thonerde, Sand, Kohle, Kieselsäure, Erdsalzen, Eisenoxyd, Humin, Harz.

Der Landschlamm Schwedens bildet eine ziemlich feuchte u. homogene Masse, welche meist aus humificirten Pflanzen besteht. Ihre Farbe ist grau, gelbgrau, leichtbraun; sie wird aber an der Luft dunkler, fast schwarzbraun. Der

Geschmack ist fade, etwas zusammenziehend, was viel von der Menge u. Auflöslichkeit des darin befindlichen Eisens abhängt. Das unbewaffnete Auge bemerkt keine organische Textur, selbst das bewaffnete sieht solche nur sparsam. Die Consistenz ist weich, seifenähnlich. Unter dem Mikroskop sieht man: 1) sogenannte Conglomerate, gelb oder bräunlich u. durchsichtig, in dickern Stücken dunkelbraun u. undurchsichtig, von allen möglichen Formen; sie bestehen theils aus Quellsäure, Quellsatzs., Humins., Harz, Wachs etc., theils aus Quarzkörnern, Thon, Fragmenten von Kiesel-Infusorien etc.; 2) runde oder kantige, verschieden grosse, farblose oder gelbliche Molekularkörner, woraus jedenfalls später die Conglomerate entstehen; 3) Gewächse, die mehr oder minder ihre Struktur beibehalten haben, sind relativ selten; 4) Diatomeen finden sich nicht immer u. öfters nur sparsam; 5) Spongolithen sieht man in den Schlamm-Arten, worin Kiesel-Infusorien vorkommen; 6) Thon u. Quarz finden sich mehr oder minder vor; 7) Glimmer u. Hornblende sind meist sparsam vorhanden; 8) Eisenoxyd ist immer vorhanden. Diese Schlamm-Arten stimmen also überein mit dem gewöhnlichen Brenntorf-Moor, nur mit dem Unterschiede, dass der Badeschlamm sich meist in einem eisenhaltigen M.W. gebildet hat. Die vorhandene Beschreibung seiner Lagerungs-Verhältnisse zeigt auch keinen Unterschied von der Bildung des Torfmoores. Die Lager können mehrere Fuss mächtig sein. Der Landschlamm unterscheidet sich besonders durch seinen relativ grossen organischen Gehalt vom Seeschlamm. Landschlamm riecht auch meist nicht nach *HS*, wie Seeschlamm es gewöhnlich thut. Jener enthält oft lösliche Eisensalze in Menge, dieser selten; überhaupt ist jener reicher an auflöslichen Salzen.

Im Nachfolgenden findet der Leser die Schlamm-Arten, Bade-Moore etc., die im Obigen noch nicht erwähnt sind, beschrieben. Die Resultate der einzelnen Analysen habe ich, insoweit thunlich, durch Zurückführung auf trockenen (fast oder ganz wasserlosen) Schlamm vergleichbar gemacht. Damit ist freilich nur ein sehr unsicherer Vergleich ermöglicht worden, weil fast jeder Mineralschlamm, besonders der M.-Moor, ein so ungleichmässig gemischtes Gemengsel ist, dass zwei Analysen höchstens ähnliche Resultate ergeben können. Dazu kommt, dass die wenigsten M.-Schlamm-Arten in dem Zustande untersucht wurden, wie sie zur Anwendung kommen, sondern dass die meisten Proben, welche analysirt wurden, frischen M.-Schlamm betreffen. Das Gewicht der Humussäuren bleibt unsicher, da sie nicht wasserfrei zu erhalten sind. Deshalb schon würden aber auch alle anderen Zahlen nur als annähernd richtig anzusehen sein, wenn überhaupt bei Analysen eines Gemenges, dessen Theile unregelmässig miteinander vermischt sind, von einer allgemein gültigen quantitativen Bestimmung der Mengtheile die Rede sein könnte. Das Folgende dient daher hauptsächlich nur, um im Allgemeinen einen Begriff von den Bestandtheilen des M.-Schlammes zu geben. Den Chemikern, welche in der Zukunft M.-Schlamm untersuchen, ist zu rathen, sich ausser der physikalischen u. qualitativen Untersuchung auf die Analyse der Stoffe zu beschränken, welche gewöhnliches W. u. das M.W. des betreffenden Ortes aus dem Schlamme, wie er zur Benutzung kommt, aufnimmt.

Die verschiedenen bisheran üblichen Eintheilungen der Schlamm-Arten nach ihren chemischen Verschiedenheiten (Eisen-, Schwefel-, Chlornatrium-Gehalt) bleiben höchst mangelhaft, eben weil die quantitative Beimengung der betreffenden Stoffe sehr veränderlich ist. Den durchgreifendsten Unterschied bildet immerhin noch der auffallende oder zurücktretende Gehalt an Eisenvitriol; die Schlamm-Arten, welche denselben in merkbarer Weise enthalten, nenne ich styptische.

Der Schlamm der Euganeischen Thermen (Abano, Monte Ortone, S. Pietro Montagnone, Montegrotto, S. Bartolommeo, S. Elena u. s. w.) ist zweierlei Art. Köstl gibt uns darüber folgende Auskunft: „Wenn das trübe W. siedend (?) aus dem Boden der Behälter herausspritzt, führt es einen Schlamm mit sich, der kaum einige Zoll über das Wasserbett gehoben, in gerader Richtung wieder zurückfällt, u. so den Thermalschlamm (Fango) bildet. Er besitzt die nämlichen Bestandtheile, wie das W. selber“ (also Chlornatrium, Gyps, kohlens. Kalk?) „mit Hinzugabe der Substanzen, welche Produkt der zerstörten organisirten Körper sind, die von den Einfassungen der Qu. in das W. fallen. Er ist dunkel-aschgrau, u. manchmal mit Kiesel- u. Kalkerde gemengt, wie vorzugsweise der M.-Schlamm

von Calaona. Dieser Schlamm ist der sogenannte natürliche M.-Schlamm (Fango naturale), um ihn von dem sogenannten künstlichen (F. artificiale) zu unterscheiden. Diesen sticht man aus den nahen Gräben heraus, u. führt ihn in das eigens zu diesem Behufe ausgegrabene Erdreich, welches von einer oder mehreren Thermalquellen bewässert wird, wo man ihn gewöhnlich von einem Sommer zum andern aufbewahrt. Das M.W. übersteigt den Schlamm in den Reservoirs etwa einen halben Fuss u. fliesst mit einer Temperatur von 50° darüber weg." Der Schlamm hält viel Schwefel u. *HS*. Seine Temperatur ist 65—69°, nie unter 62° (u. doch soll das W. nur 50° haben? Ref.). Der Fango naturale ist wahrscheinlich grossentheils Gyps, den die Qu. herausspülen. Einige dieser Qu. sollen sich bei herannahendem Regen trüben u. „Schlacke u. verkohlte Stücke herauswerfen." Meistens wird wohl nur Fango artificiale genommen, eine mit Algen u. andern Pflanzenstoffen, mit Schwefel u. Salzen, besonders mit kohlens. Kalk vermischte Kiesel- u. Thonerde. Es enthielt der von Ragazzini untersuchte Schlamm in 10000: Organischen Stoff mit löslichen Salzen 4540, Erdcarbonate 2160, Wasser 3300; so zu Battaglia. Zu Abano, wo der Schlamm der schlechteste sein soll, waren diese Verhältnisse 4200, 2400 u. 3400. Wie aus diesen Nachrichten hervorgeht, ist der dortige Fango ein mit vielen organischen Stoffen vermengter u. von den Thermen erwärmter Thon, wozu, wie es scheint, Salze u. der erdige Absatz der Thermalwässer kommen. Lehrreicher als die neuern Angaben finde ich die von *G. Fallopii de med. aq. 1564, p. 66: „Materia luti cuiusque est vel argillosa vel coenosa, ita quod quilibet lutus est vel argilla vel fimus vel fecositas ac sporcities quaedam ut ita dicam."; p. 74: „Lutus Montis Ortonis argillosus, immo argilla eadem, ex qua hic Patavii fiunt ollae, differunt tamen colore: quia argilla quae est in balneo coquitur et elixatur et sic acquirit altum colorem, argilla tamen est et pinguis habetque salsedinem et parum vaporis sulphurei."; p. 75: „Lutus qui in aquis ipsis St. Petri continetur, argillosus et coctus est."; p. 78: „Dicamus lutum celeberrimum S. Bartholomaei (in toto enim fere orbe celebratur lutus ille) nihil aliud esse, quam coenum quod colligitur in illa valle ex corruptione arundinum, plantarum et ex terra argillosa, quae abraditur ab illis locis a pluviali aqua; et eiusmodi coenum reperitur in tota illa valle: tamen non ubique habet eam vim, sed solum in illis duobus tractibus. lutus enim in ipsis existens, cum habeat subtus glaream et saxa ferventia; totum annum inibi permanens coquitur (er glaubte nämlich, diese Steine würden von einem, von Bitumen genährten Flammenheerde erhitzt u. dadurch der Thon bituminös) ... quod colligo ex impositione luti supra carbones accensos: nam nihil aliud percipitur quam odor bituminis, ita intensus ut difficile sit illum perpeti."; p. 79: „Lutus S. Helenae magis argillosus quam coenosus est."

Aehnlich scheint sich der Schlamm zu Acqui zu verhalten, der von den nackten Fangaroli aus den heissen W.-Reservoirs mit Kübeln heraufgeholt wird.

Der thonig-schwefelige Schlamm enthält nach Ferrario

Lösliches:	Wasserextrakt	155,
	Kochsalz u. Verlust	243,
	Schwefels. Kalk	951,5
	„ Magn.	162,5
Unlösliches:	Organisches, in Aether u. Alkohol löslich	172,5
	Kohlens. Kalk	1155
	Kieselerde u. Thonerde	6656
	Eisenoxyd	455
	Schwefel	50.

Er ist nach Mojon nur ein Thonschiefer, der durch den langen Contakt mit dem heissen W. zerfallen ist, u. womit sich kohlen- u. schwefels. Kalk vermischt hat.

Adolfsberg, 3/8 Ml. von Orebro, Schweden. Schlamm aus Thonerde, Quarz, Diatomeen, ohne organische Substanz.

Der zu Aibling in Oberbaiern gebrauchte Schlamm ist sehr zart u. fettig; er wird mit Sool-W. vermischt. Er enthält nach Wittstein ausser 8430 W. noch:

Harze	35,4	In W. Lösliches	28,8
Bitterstoff	1,4	Mineral. Theile	85,2
Humussäure	396,2	Fasern	1023.

Nach einer in Liebig's Laboratorium begonnenen Analyse enthielt der Aiblinger Moor von löslichen Theilen nur wenig; der Eisengehalt betrug 15,7 Z.T.. Schwefel schien gar nicht vorhanden zu sein. Der gut getrocknete Torf enthielt etwa 3 % Asche.

Der Schlamm von Aix in Savoyen besteht aus einer äusserst zarten Magnesia-Erde, vereinigt mit dem Schwefel u. dem organischen Stoffe der M.Qu.; er wird in einem Behälter vom W. der Alaunqu. beständig durchtränkt. Es scheinen diese sogenannten Detritus mit erdigen Niederschlägen vermischte organische Bildungen zu sein, die nach Despine aus Navicularien u. mehreren Oscillarien, namentlich Osc. tenuissima bestehen. Der Schlamm einer Qu. enthält Jod.

Alexanderbad.

Als Erstling der französischen Schlammbäder verdient das seit 1767 eingerichtete Schlammbad von St. Amand Erwähnung. Man unterscheidet 3 Lagen: eine obere schlammig-thonige, eine mittlere thonige, eine untere erdige. Das W. des Schlammes ist dasselbe, wie das der Qu., welches Gyps u. andere Sulfate enthält. Das Schlammwasser soll aber auch noch kohlens. Ammon enthalten. Seit uralter Zeit wurde immer derselbe Schlamm gebraucht; heutigen Tages soll eine jährliche Erneuerung stattfinden. Nach Cavets (Caventou?) soll er Kieselerde 3920, W. 5644 etc. enthalten (oder W. 4356?). Eine Charpentier zugeschriebene Analyse ist ganz identisch mit der alten von Pallas, nur dass in dieser *HS* 3,3, statt 0,3 wie in jener, steht. Danach hielt der Schlamm: Vegetabilien 690, lösliche Stoffe (wenn nicht in dem zu 270 angeschlagenen Verluste solche noch waren) nur 122 (als Extrakt), Schwefel 20, Eisen 145, Unlösliches 3254 (nämlich Kieselerde 3040, kohlens. Kalk 157, kohlens. Magn. 57), Wasser 5500; CO^2 1, *HS* 0,3 oder 3,3. Also scheinen lösliche Salze nur wenig Antheil an der Wirkung zu haben. *Du Menil fand den Schlamm von St. Amand von 1309,3 spez. G., u. in ihm weniger *HS* als in dem Eilsener. Der Schlamm von St. Amand hat an der Lagerstelle 22—26° Wärme nach unten, oben gemeinlich nur 17—18°; er würde also fast kalt sein, wenn er nicht (wie jetzt für Manche geschieht, was aber ehemals wohl nicht geschah) durch Einschütten von erwärmtem Sand u. erwärmtem Thermalwasser oder durch gusseiserne Röhren auf etwa 29° erwärmt würde.

Arensburger Schlamm nach Schmidt:

Chlorkalium	39,1	Kohlens. Kalk	146,8
„ natrium	14,7	Phosphors. Erden	,2
„ magnium	24,	Eisenoxyd	104,5
Schwefels. Ammon.	1,8	Thonerde	389,7
„ Kalk	17,	Kiesels.	478,9
„ Eisen	257,5 !	Kiesels. Salze	30,
Schwefelcalcium	2,4	Organisches	221,6
		W. etc.	3962.

Ascoli. Der Fango der Acqua santa enthält nach Sgarzi (dessen Analyse auf 1720 berechnet nur runde Zahlen zeigt):

Organischen Stoff	232,6
Salze	174,3
Schwefel	4652,
Kohlens. Eisenoxydul	1163,
Eisenoxyd	465,
Thonerde	290,7
Kohlens. Kalk	930,4
Kieselerde	2093.

Augustusbad.

12 Werste von Astrachan, mitten in der Steppe, wird Schlamm gegraben u. gebraucht.

Availles. Stinkender Schlamm.

Zu österr. Baden erzeugt man einen M.-Schlamm dadurch, dass man den Abfluss der Thermen durch 2 Kasten strömen lässt, von welcher der eine mit blauem Thon (Tegel) u. der andere mit Moorerde gefüllt ist, welche von Zeit zu Zeit durchknetet werden. Der Thon wird zu Cataplasmen, der Moorschlamm mehr zu (Fuss- u. Hand-) Bädern benutzt. Zu den Bädern wird der Schlamm mit Schwefel-W., welches besonders Gyps u. Kochsalz enthält, vermischt.

(Baldohn. Schwefel-Schlamm der Quellen.)

Barbotan. Schlammbassin für 20 Personen.

Bentheimer Schlamm; er riecht stechend säuerlich. Aschendorf fand (1861?):

Schwefelnatrium	25,7	Eisenoxyd	93,
Kochsalz	9,8	Lehm u. Kiesels.	1890,
Schwefels. Natron	31,1	Pflanzenmasse	2527,
„ Kalk	133,	Wasser	4748,
Kohlens. Magn.	6,	Verlust	42.
„ Kalk	494,		

Bocklet. Rother Moor.

Zynthus De baln. therm. Lixignano nec non de luto Borboliorum medicato in ducatu Parmiensi; Venet. 1615. 4.

Borszéck. Schwefel-Schlamm-Bad.

Bourbonne. Nach Vauquelin's alter Analyse: Organische Substanz 1500, Kalk 600, Eisen 600, Kieselerde 6400.

Brückenau. Moorschlamm.

Castera Verduzan.

Catharina im Kirchspiel Lennäs, Orebro-Län. Ganz homogener, sanfter Schlamm mit wenigen Quarzkörnern. Besteht meist aus amorpher, theils auch noch cellulöser vegetabilischer Substanz u. einigen Infusorien (Eunotia, Epithemia, Navicula u. Stauronois).

Monte Cerboli s. S. 629.

Clara, 1½ Meile von Christinehamm, im Kirchspiel Bjurkärns. Der Schlamm wird mit dem Erdbohrer aus einer Tiefe von 3 Ellen hervorgeholt. Er ist dunkelbraun, sehr homogen, geschmeidig, fast geschmacklos; er besteht meist aus Conglomeraten, vegetabilischer Substanz mit beibehaltener Zellenform, einigen Naviculen, Pollen von Pinusarten, wenig Quarz. Die organischen Substanzen machen 89½ % aus.

Dahlskog, ¼ Meile südlich vom Lindesberg, Schweden. Schlamm schwarzbraun, ganz gleichartig, geschmeidig, seifenartig, von Geschmack etwas eisenartig u. adstringirend. Die Hauptmasse besteht aus Conglomeraten, dann Quarz, womit sehr geringe Mengen unzersetzter Pflanzen verbunden sind. Kiesel-Infusorien fehlen.

Darnvar. Schlammbad mit dem gemeinschaftlichen Quellbade verbunden?

Driburg. Nach Witting (1831) enthielt der (trockene?) Schlamm:

Harze	75	(ein Drittel davon Wachsharz, ⅔ bituminöses Harz)
Humussäuren	1400	
Lösl. org. Stoffe	150	(Extrakt)
Lösl. Salze	55	(nämlich Chlorcalcium u. Chlortalcium)
Schwefels. Kalk	50	
Schwefel	167	
Eisenoxyd	25	
Unlösliches	8058	(Pflanzenfaser, Feuchtigkeit 6700, kohlens. Kalk 258, kohlens. Magn. 800, Kieselerde 250, Thonerde 50).
Summe	9980 statt 10000.	

Du Menil (1827) hatte Extrakt 150, Faserstoff 850, Chlorcalcium 50, Gyps 30, Ulmin, Schwefel, Feuchtigkeit, Thonerde, kohlens. Kalk u. Magn., Kieselerde 8920 gefunden.

Eilsen. Der hier gebrauchte Schlamm enthält nach Westrumb's älterer Analyse (*Kleine Schriften 1805): Harze, Gyps, Schwefel (425—1500),

Schwefelcalcium (180—212) u. sehr viel unlösliche, organische u. unorganische Substanz in 2 Schlammarten, die noch 5500—5800 W. hielten. Der von Du Menil (Brandes Arch. XX, 75) untersuchte dünnbreiige Schlamm von 1313 spez. Gewicht enthielt in 10000 an 7855 (?) W.. Reducirt man die Mischung auf 10000 trockene Substanz, so erhält man:

Stinkendes Wachsharz	36
„ Erdharz	25
Humussäuren	1775
Schwefels. Kalk	312
Kohlens. „	240
Schwefel	175
Pflanzenfaser	1188
Thonboden	6155
Verlust	94.

Nach Du Menil's Monogr. 1826, mit Nachtrag von 1830. Das Referat bei Osann ist unrichtig.

Nach Mayer ist der zu Eilsen gebrauchte Schlamm ganz ohne Schwefel u. soll die in ihm befindliche Kieselerde durch einen seit 50 Jahren jährlich vorgenommenen Schlemmungsprozess verloren haben. Durch den Zusatz von Schwefel-W. kommt etwas Schwefel hinzu, der aber durch das mehrmalige Erwärmen desselben Bades auch wieder sich verliert. Beim Erwärmen geht er in „Gährung" über u. entwickelt Sumpfgas.

Elmen bei Salza. Eine schwarze, seifenartige, nach *HS* riechende Masse, die aus zersetzten Pflanzen u. aus dem Niederschlage der Soole an den Gradirwerken in ungeheurer Quantität entstanden ist, früher (noch 1853) zu allgemeinen u. partiellen Bädern benutzt.

Elster. Moorbäder.

Fiestel in Westphalen. Dieser wohl jetzt nicht mehr gebrauchte, aus dem Niederschlage der Quellen u. aus Humusboden gebildete Schlamm wurde von Witting (Brandes Arch. 26. B., 121—126) analysirt. Gereinigt enthielt der Schlamm von 1250 spez. Gew.:

Bituminöses Harz	125
Wachsharz	50
Humussäure	400
Extraktivstoff	300
Lösliche Salze	333
Schwefels. Kalk	965
Schwefel	74
Unlösliches	7761.

Das Unlösliche bestand aus Kieselerde 5025, kohlens. Kalk 1241, kohlens. Magn. 775, Alaunerde 325, Eisen- u. Manganoxyd 345, Pflanzenfaser 50.

Flinsberg. Moorbäder.

Franzensbad. Die Umänderungen, welche der Franzensbader Schwefel-Eisen-Moor, wie jeder ähnliche Moor, an der Luft durch Oxydation erleidet, ist sehr deutlich aus den Analysen zu ersehen, je nachdem dazu Moor aus der Tiefe oder von der Oberfläche oder von der Halde genommen wurde. Dies prägt sich auch schon im äussern Verhalten dieser verschiedenen Arten des Moores aus. Wo der Moor entblöst zu Tage tritt, bildet er eine trockene, erdige, leichte, schwarzbraune, kaum abfärbende, weiche u. leicht zu zartem, schwarzem Pulver zerreibliche Substanz von säuerlich-salzigem, tintenartigem, zusammenziehendem Geschmack, die angefeuchtet harzig-weinsäuerlich riecht. Von organischer Textur ist nichts mehr wahrzunehmen u. nur hin u. wieder zeigen sich Spuren zersetzter Pflanzenfasern. Bei anhaltend trockener Witterung zerfällt er an stark begangenen Stellen zu schwarzbraunem Staube. Getrocknet u. angezündet brennt er bei gutem Luftzuge anfangs mit düsterer, stark russender Flamme, nach deren Erlöschen er unter Entwickelung eines widrigen, bituminösen, schweflich stinkenden Geruches lange Zeit fortglimmt u. eine zarte, leichte, ziegelrothe Asche zurücklässt. Von W. verschluckt er mehr als sein Gewicht, ohne deshalb nass auszusehen.

Die tieferen Lagen sind dagegen, frisch gegraben, gelbgrau oder hellbraun, werden an der Luft sehr bald dunkler u. nach u. nach so schwarz, wie die oberen. Sie bestehen aus einem dicht verfilzten, eigenthümlich erweichten u. zersetzten, sehr wasserhaltigen Stengel- u. Wurzelgewebe, das gerade noch die Consistenz hat, um

sich, wie Stechtorf in Form von Würfeln ausstechen u. mit dem Grabscheid aus den Gruben fördern zu lassen. Es ist so mürbe, dass es in der Hand zerdrückt eine fast homogene, plastische Masse bildet. Das Skelet der humificirten Pflanzenreste ist nicht selten so gut erhalten, dass die letzteren noch botanisch analysirt u. bestimmt werden können.

Der eben beschriebene Moor aus den tiefern Schichten entwickelt in frischem Zustande einen starken Geruch nach *HS* u. ist von fadem, widrig moorigem Geschmack. An der Luft getrocknet, beschlägt er sich nach einiger Zeit mit einer 2 bis 5 Linien dicken, gelblichweissen, später gelbbraunen Salzauswitterung. Dieses ausgewitterte Salz besteht aus Natron- u. Magnesia-Sulfat, auch wohl schwefels. Eisen.

Da der oberflächlich gelegene Moor vom Regen ausgelaugt ist, so wird Moor aus der Tiefe ausgestochen u. in einer zum Gebrauche für die nächste Saison genügenden Menge auf grosse, leicht bedeckte Halden gestürzt. Durch theilweises Verdunsten des W. sinkt die Halde, zumal bei trockener Witterung stark zusammen u. es tritt in ihrem Innern eine Temperaturerhöhung ein, die oft auf 37° u. darüber steigt u. jedenfalls ein sehr rasches Vorschreiten chemischer Veränderungen in Folge der Wechselwirkung der Bestandtheile des Moores bei unbeschränktem Zutritte der Luft beweiset. Auch die Zersetzung der gröbern organischen Ueberreste geht nun rasch von Statten, so dass der Moor in wenigen Monaten die lockere Consistenz u. das Ansehen feuchter Dammerde gewinnt u. eine fast homogene, fein u. schlüfrig anzufühlende, schwarze Masse darstellt. Sein stark salziger, tintenartig adstringirender Geschmack ist erst jetzt ganz entwickelt; sein nicht unangenehmer weinsäuerlicher, schwach bituminöser Geruch tritt besonders bei Erhitzung mit Wasserdämpfen deutlich hervor. Eine dichte Salzauswitterung bedeckt allmälig auf mehrere Linien Höhe die ganze Moorhalde.

Der Vergleich der Analysen des Franzensbader Moores (S. 638) zeigt deutlich einen Oxydationsvorgang an der Oberfläche des Moors u. besonders auf der Halde. Die Schwefelmetalle gehen dabei nach u. nach in Sulfate über. Da das Eisenpersulfid so viel Schwefel enthält, dass bei dem Uebergang in Schwefels. davon doppelt so viel entsteht, als das Eisenoxydul sättigen kann, so erklärt sich das Vorherrschen der Schwefels. im Moore, welche wahrscheinlich mit einem organischen Stoffe verbunden ist. Auch die Humussubstanzen oxydiren sich an der Luft; aus Ulmins. wird Humins., aus dieser Geinsäure, daraus Quells. u. durch die Zwischenstufe der Quells. entsteht Quellsatzsäure. Humin u. Ulmin verwandeln sich in Humin- u. Ulminsäure. Am auffallendsten ist aber das allmälige Zerfallen u. Vermodern des noch bestehenden Pflanzengewebes. Dadurch bildet sich eine grosse Menge löslicher organischer Substanzen.

Ueber den Kieselguhr des Franzensbader Moors s. S. 523.

Freyenwalde. Eisenmoor.

Füred (Plattensee) s. S. 629

Furusund s. S. 627.

St. Gervais. Schlamm zu Cataplasmen benutzt.

Gleissen. Analyse von F. Simon:

Humussäure [1])	7200,	Chlornatrium	33,8
Bergtalg	600,	„ calcium	18,
Harz	500,	Schwefels. Kalk	144,
Kieselsäure	198,	„ Magn.	9,6
Alaunerde	169,	„ Kali	37,2
Eisenoxyd	664,	Magnesia	15,5
Schwefeleisen	49,9	Kalk	4,2
Phosphors. Kalk	30,7	Manganoxyd	1,4
		Summe	9675. [2])

---

[1]) Mit Quellsäuren.

[2]) Rest? Die Zahlen sind von denen des feuchten Schlamms (mit 34,3 % trockner Substanz, 64,5 % W., Rest?) berechnet auf wasserleeren Schlamm. Nach

Unlösliche Stoffe der Mineralmoore von Franzensbad und Marienbad. In 10000:	Franzensbad. Moor auf d. Halde. Cartellieri 1850.	Franzensbad. Moor aus 5′ Tiefe. Cartellieri.	Franzensbad. Trockener Moor. Radig 1835.	Franzensbad. Moor aus 7′ Tiefe. Radig.	Marienbad. Marienbader Moor. Ragsky 1854.
Humussäure	4211	1660	1233	1757	1071,4
Humus (harzig)		(u. Kohle)	376	334	424,6 [2])
Wachsartige Substz.	184	280			233,2
Moorharze	255				40,
Vegetabilische Stoffe u. Pflanzenreste	1537	5426	4855	5692	5088,
Unaufgeschlossenes u. Verlust	797	62	Sand: 511	Sand: 830	64,5
Kieselerde	23	7	428	67	15,
Thonerde	28	84	296	469	
Kalk	12			15	21,4
Bittererde	14		143	11	14,5
Natron	71				
Strontian	4				
Eisenoxydul			885	197	[2292, [3])
Manganoxydul			5	44	
Schwefels. Kalk			109	61	
Phosphors. „			37	19	
„ Eisenoxyd	18	269			136,8
Eisensulfurid	([1] 35			51	
Doppelschwefeleisen	285	1622			225,
Freier Schwefel		235			

Lösliche Stoffe der Mineralmoore von Franzensbad und Marienbad. In 10000:	Franzensbad. Moor auf d. Halde. Cartellieri 1850.	Franzensbad. Moor aus d. Tiefe. Cartellieri.	Franzensbad. Trockener Moor. Radig 1835.	Franzensbad. Moor aus d. Tiefe. Radig.	Marienbad. Marienbader Moor. Ragsky 1854.
Quellsäure	(282,)	73,			46,5
Humussäure etc.			209,	314,	
Humusstoffe	294,				
Organisches		,3			25,3
Gummigter Stoff			,21		
Natron				79,9	
Chlornatrium	?		100,	32,	
Schwefels. Kali	2,	3,7			87,8
„ Natron	115,	86,	381,	114,	60.5
„ Magnes.	12,4	28,		22,	22,4
„ Kalk	269,	70,4	50.	4,6	41,5
„ Eisenoxdl.	978,	38,	248,		49,3
„ Mang.oxdl.	5,7		,8		
„ Thonerde	79,4	37,	48.	46,	9,6
„ Strontian			2,	,4	
„ Lithion			,6	,1	
Schwefelsäure	480,				
Kieselsäure	5,9	7,4	12,3	2,9	9,2
Phosphors. Natron			,17		
Essigs. Natron				62,	
Natronsulfurid				79,	
Wasser u. Verlust	2,	9,3	40,	121,	21.2
Summe der lösl. Thl.	2525,	353,	1121,	877,	

[1]) Einfach Schwefeleisen. [2]) Humuskohle. [3]) Oxydhydrat.]

Grebbestad s. S. 626.

Grysk s. S. 629.

Günthersbad bei Sondershausen. Der Schlamm enthält Ulmin 1370, Wachs 50, wenig Extrakt, keine leicht löslichen Salze, meist Kiesels. u. kohlens. Kalk. Die alte Analyse s. bei Osann.

Gurnigel.

Gustafsberg s. S. 627.

Hall in Würtemberg. Salzschlamm.

Hapsal s. S. 627.

(Helmstädt. Ocker.)

Herkulesbäder. Kochsalz-Mineralschlamm.

Herrmannstorp, nördlich von Lindesberg, Schweden. Schlamm dunkelbraun, sehr fein u. homogen, aber nicht so fett, wie der von Loka, fade u. thonig schmeckend; besteht meist aus körnigen Conglomeraten, isolirten Quarztheilchen, etwas Hornblende u. Glimmer, seltenen Kiesel-Infusorien, Fragmenten von Spongolythis acicularis.

Hillevick s. S. 627.

Himmelskällan, Kirchspiel Warnhems, Westergöthland. Der Schlamm wird etwa aus 2 Ellen Tiefe gegraben. Sehr gleichartig gemischt, dunkelbraun, eisenartig von Geschmack. Besteht aus organisirter u. zerstörter organischer Substanz, wenig Quarz, keinen Kiesel-Infusorien.

(Hofgeismar. Früher der Badeschaum, vorzüglich aus kohlens. Kalk bestehend, benutzt.)

Hohenstein. Der von *Reichel (1840) untersuchte Moorschlamm, wie er zum Bade zubereitet war, enthielt in 10000 an fester Substanz 734, oder in 10000 der trockenen Substanz:

Wachsharz	38	Faser	2850	Salzsäure	24,
Humussäure	1715	Kieselerde	1940	Ammoniak	32,
Humus	1510	Kohlens. Kalk	51	Natron	16,
Quellsäure	665	Eisenoxydul	87	Kali	31,
Quellsatzs.	955	CO^2	29	Magnesia	56,
	4883		4957.	Lithion	,009
				HS	,014
					159.

Holsby, Kirchspiel Alsheda, Oestra Härad, Jönköpings Län. Der Schlamm gleicht einem gewöhnlichen Sumpfmoore u. ist mit viel unzersetzten Vegetabilien verunreinigt, ist ausserordentlich reich an Eisen u. Kiesel-Infusorien.

Zu Ischl wird verschiedener Schlamm benutzt. Vorerst Moor (aus dem Ahorner Moor), der, von Erlach analysirt, bei 1200 Z.T. fixer Bestandtheile enthielt. Diese trockenen Substanzen waren in folgender Weise gemischt: Harziges 1250, unlösliche Humussäuren (an Kalk, Ammon, Eisen, Magn. gebunden) 5450, lösliche Humusstoffe 250, unzersetzte Faser 3050. Der Moor wird mit Schwefel-W. angemacht. Auch wird der schwefelreiche Absatz einer Qu. benutzt, ferner ein Salzschlamm, der sich im Salzberge ansammelt u., ausser Kochsalz u. Gyps, Thonerdesalze, Kiesels. u. viel Eisen enthält, u. der mit der Soole in Berührung in Gährung kommt.

Karlsbad. Die Moorerde stammt aus der Wiese, welche der Drahowitzer Säuerling bewässert. Sie enthält aber nach Pleischl (gegen 1837) keine Spur von Chlormetallen, im feuchten Zustande W. 34,45 %, org. Materie 14,68 %, u.

---

dem Verf. würde heisses W. aus 10000 feuchtem Schlamm auflösen können ausser Quell-, Quellsatzs. u. Extractivstoff 52, noch Chlornatr. 2,2, Chlorcalc. 1,6, schwefels. Kalk 8, schwefels. Kali 2, Eisenoxyd 2,3, Kalkerde 1,3, Magn. 0,5, Thonerde 0,5. Es werden 2 % des trockenen Schlamms vom heissen W. gelöst. Im Gelösten waren Harz, Quellsäure, Ammoniak u. in der Asche waren Prozente: NaCl 8, CaCl 8,2, $CaO\,SO^3$ 42,5, $KO\,SO^3$ 10,1, MgO 2,7, CaO 8, Fe^2O^3 12, Al^2O^3 3.

(was mit 14,7 % des feuchten Moors nicht stimmt), getrocknet 4263 Z.T. organischer, meist in kohlens. Kali löslicher Materie. Sie wird mit (alkalischem!) Sprudelwasser zum Bade zurecht gemacht.

Kellberg.

Kemmern. Schwefelschlamm.

Kissingen.

Krzessow. Früher wurde ein Absatz der Schwefelqu. gerühmt. Osann I, 479.

Lagunen-Schlamm s. S. 629.

Landeck. Moor.

Nieder-Langenau. Moorlager stellenweise über 12′ mächtig. Unvollständig verwandelte Ahornbäume sind noch darin zu erkennen. Gesiebt ist der Moor homogen, geschmeidig, riecht nach faulen Eiern, schmeckt fade. Vegetabilische Substanz vorherrschend. Efflorescenzen aus Kalk u. Eisen. Nach Duflos ca. 44 % feste Bestandtheile, woraus W. 2½ % löst: besonders schwefels. Kalk, Chlormagnium, Spuren Kochsalz, Humuss., Essigs. etc.. Eisen ist grösstentheils als Oxyd vorhanden. Der frische Moor entwickelt HS u. CO^2. Das Verwitternlassen hält man nicht für unbedingt nothwendig.

Lannaskede, Jönköpings Län. Torfmoor dunkelbraun, eisenhaltig schmeckend. Besteht aus einer ganz homogenen Masse, fast ganz frei von nicht zersetzten Gewächsen, weich, seifenartig; ist gebildet aus Conglomeraten, cellulöser vegetabilischer Substanz, einigen Quarzkörnern, ohne Diatomeen.

Lassbo, Fahlu Län, bei Hedemora. Schlamm dunkelbraun, etwas adstringirend von Geschmack, ziemlich homogen, wenig mit Wurzelfasern etc. vermengt, gar nicht mit Kiesel-Infusorien.

(Lauchstädt. Ocker.)

Marienbad in Leopoldskron bei Salzburg. Torfmoor. Fiebiger's Monogr. 1858.

Liebwerda. Eisenmoor.

Limane s. Odessa.

Loka, an der Grenze von Wermland u. Westmanland. Der Schlamm liegt in 10—12 Ellen Tiefe unter einem Torfmoos, das aus Sphagnum-Arten gebildet ist; er wird durch die Hand gereinigt u. geknetet u. ist dann sehr homogen, dunkelbraun, im frischen Zustande schwach nach HS riechend, leicht eisenartig schmeckend. Er besteht aus Conglomeraten organischer u. unorganischer Herkunft, einer sehr grossen Masse von Kiesel-Infusorien (Eunotia, Surirella, Navicula, Melosira, Stauronois, Tetracyclus, Cymbella, Gomphonema, besonders aber Navic. nobilis), auch aus vielen Fragmenten von Spongolythen, vegetabilischen Substanzen, wenigen Quarzkörnern. Dieser seit lange Zeit berühmte Eisenschlamm enthält nach Berzelius etwas CO^2, HS u. Kohlenwasserstoff. Berlin's Analyse (1840) gilt für trockenen Schlamm:

Extrakt	114	Eisenoxyd	434
Schwefels. Kalk	25	Thonerde	189
„ Eisen	13	Kieselerde	5636
Kohlens. Magn.	50	Kohlige Substanz	3540 Z.T.

Lysekil s. S. 626.

Manitsch s. S. 629.

In Marienbad sind Moore verschiedener Lager zur Anwendung gekommen. Das erste Lager, in dem Marien- u. Bade-Qu. u. eine reichliche CO^2-Ausströmung zu Tage kamen, enthielt (unverwittert) nach Reuss u. Steinmann nur wenig lösliche Salze (NaO SO^3, NaCl) ausser schwefels. Magn. u. Kalk. Das zweite von Brandes analysirte, eine Stunde vom Kurort gelegene Lager war auch von mineralischen Wässern u. CO^2 durchzogen. Es enthielt unter andern Stoffen: schwefels. Eisenoxydul 140, salzs. Thon. 60, braunes Harz 560, in W. lösliche Extrakte 860, Humussäure 4510. Das dritte seit 1852 benutzte Lager liegt ¼ St. westlich vom Kurorte u. misst über 4000 Quadratklafter. Seine Oberfläche sieht wie eine magere moosreiche Waldwiese aus; Eisenocker, Kalksinter, auch Raseneisen sind häufig wahrzunehmen; namentlich aber Blasen von CO^2 im angesammelten W.; auch mehrere

Eisen-W. mit CO^2 trifft man an. *) Die bräunliche Farbe des frischen Moors verwandelt sich schnell an der Luft in eine schwarze (von Schwefeleisen), wobei auch schwefels. Eisenoxydul auswittert. Der Schwefelkies des Moores bildet entweder lose Stücke u. zerbröckelte Krystalle oder Vererzungen von Holztheilchen. Vivianit ist selten. Der Schwefel kommt als feines Pulver oder in Blättchen vor u. kleidet zuweilen kleine Klüfte aus; er ging aus *HS* hervor. Uebrigens besteht der Moor aus verwesten Pflanzen, die theilweise noch erkennbar sind (Schilf-Arten, Kalamus, Moose, Wollgras, Riedgräser, Tannenzapfen, Haselnüsse etc., aber auch Bäume, Gesträuche, Stämme, Wurzeln, namentlich Kiefer, Tannen, Birken, Erlen) oder noch so viel Festigkeit haben, dass sie Axt u. Säge zum Zerkleinern erfordern, durchgängig aber vom Stechscheit leicht durchdrungen werden. Oscillatorien u. Naviculen u. andere Formen weist das Mikroskop nach. Kieselguhr kommt nicht vor; auch nicht die zähen, strohfarbigen Wurzeln, die alles Holz des Franzensbader Moores nach allen Richtungen durchbohren u. in die Unterlage des Moores (lettigen Sand) tief hineingehen.

Das Material der Untersuchung von Ragsky war ein Gemenge von drei aus verschiedener Tiefe genommenen Parthien unverwitterten Moores. Man hatte dabei den Eisenocker nicht, wie bei den an Lehmann überschickten Mooren, weggelassen. Der von Ragsky untersuchte Moor reagirte ganz neutral; er enthielt kein Jod. Der W.-Auszug enthielt Nichts von Phosphors., Arseniks., Salpeters., Quellsatzs., Gerbs., Galluss., wohl aber geringe Mengen Quellsäure. Frischer Moor enthielt kaum 19 % trockener Substanz (darin 0,7 % lösliche Salze). Eggert fand in verwittertem trockenem Moor fast 3000 Z.T. schwefels. Eisenoxydul u. über 100 schwefels. Natron. Besonders hat C. G. Lehmann (Schmidt's Jahrb. 87. B., 105—118) seine Aufmerksamkeit auf die Veränderungen gerichtet, welche der Marienbader M.-Moor durch Verwitterung erleidet. Gegenstände seiner Untersuchung waren I frisch aus dem Moorlager ausgestochene Moorerde, II eine 7 Monate auf der Halde gelegene u. einmal auch warmen W.-Dämpfen ausgesetzt gewesene Moorerde, III sehr stark verwitterter Moor. I u. II enthielten noch viele sichtbare Reste von Vegetabilien; das Mikroskop deckte auch noch Sporen, Sporangien, Pollenkörnchen, aber keine kieselschaligen Infusorienskelete auf. III war fast lichtbraun u. von gröberen Pflanzenresten frei. Der W.-Gehalt schwankte bei I u. II zwischen 68—74, bei III blieb er nahe bei der Mittelzahl 26,1 %. Die Asche hatte bei II, besonders aber bei III, viel mehr in Wasser lösliche Theile, als bei I. Der Gehalt an Phosphorsäure war sehr gering, Chlor war nicht oder nur spurweise zu finden; ebenso lösliche Kieselerde nur in geringen Mengen; Jod u. Salpeters. gar nicht. Wachs u. Harz waren in

	I	II	III
Wachs	45	41	103
Harz	295	510	245 Z.T.,

---

*) Es braucht wohl nicht erinnert zu werden, dass die Bildung der Moore nicht bedingt ist von einem gewissen mineralischen Gehalte des W., wovon sie getränkt sind. Schon Lesquereux bemerkte, dass das W. vieler Hochmoore fast so rein als destillirtes sei. Das Franzensbader Moorgebiet ist zwar auch von salzreichem Sauerwasser durchdrungen; doch gehören die Infusorien des eingelagerten Kieselguhrs fast alle dem Süss-W. an.

Wir haben schon §. 221 Moorwässer-Analysen angeführt, denen die nachfolgende noch zugefügt werden kann.

Schleissheimer Moor-W. enthält nach Wittstein (1861): F. G. 2,542 =

NaCl	,028	NaO	,055
SO^3	,037	KO	,002
PO^5	,0002	MgO	,092
SiO^3	,007	CaO	,527
CO^2	,394	Fe^2O^3	,02
Organ.	1,377	Al^2O^3	,003.

ferner fand sich eine Art Bergtalg. Die Verwitterung vermehrt den Gehalt an Kalk u. Eisenoxydul. Es sind Unterschiede von 1/2—42 % hinsichtlich des W.-Extrakts möglich. Dies Löslichwerden von Moorbestandtheilen ist aber nicht allein durch die Oxydation des Schwefeleisens u. s. w. bedingt, sondern erstreckt sich auch auf die organischen Materien. Es werden aber beim Verwittern weit mehr lösliche mineralische als organische Stoffe gebildet. Es kann übrigens nicht genug hervorgehoben werden, dass alle Analysen solcher in der Verwitterung mehr oder weniger fortgeschrittenen Substanzen nur ein ungefähres Bild von der quantitativen Zusammensetzung zu geben vermögen, ein Umstand, welcher das Studium dieses Prozesses sehr zu erschweren im Stande wäre, wenn die Unterschiede, welche in verwitterter u. frischer Moorerde sich herausstellen, nicht so extrem wären. Der Gehalt an löslichen Stoffen kann z. B. in verschiedenen Stücken von 18,5—62 %, in anderen Parthien desselben Moorstückes von 18,5—26,5 % schwanken. Gehen wir zu den einzelnen Salzen des löslichen Extrakts über, so ist wieder auf die grosse Bedeutung des Zufalls für den Befund der Analyse aufmerksam zu machen u. ich gebe eben darum die Zahlen des Vf. auch nur abgekürzt wieder. Es enthielt

	I	II	III
Neutrale Sulfate von Kali u. Natron	7,5		
Neutrale Sulfate von Kalk u. Magnesia	6,8	44,2	567,
Saure Sulfate von Kali u. Katron		46,3	97,1
Saures schwefels. Ammoniak		Spur	113,5
Neutrales Sulfat von Alaunerde: $Al^2O^3+3SO^3$	1,7	84,3	1179,
Neutrales schwefels. Eisenoxydul	2,1	77,	1551,8
Kieselsäure	1,1	1,7	10,3
Organische Materie u. Verlust	24,5	196,7	677,8 Z.T..

Ein vorzügliches Objekt der Verwitterung bilden die Thonerdesilicate. Fast faustgrosse Stücke von Porphyr oder Granit, welche 1 oder 2 Jahre lang auf der Soole der Moorhalde gelegen, sind ganz mürbe. Das Doppeltschwefeleisen des frischen Moors zerfällt nämlich zunächst in schwefels. Eisenoxydul, das Letztere dann theilweise an der Luft in Vitriolocker ($2Fe^2O^3+SO^3$) u. freie Schwefelsäure; Vitriolocker beschleunigt die Umwandlung des Doppeltschwefeleisens in schwefels. Oxydul. Die freie Schwefels. verbindet sich mit der Thonerde u. diese Verbindung wirkt noch heftiger auf die kalihaltigen Mineralien, Glimmer u. Feldspath, ein als die freie Säure. Das aus der Luft gebildete u. mit Schwefels. verbundene Ammoniak befördert die Zersetzung der Mineralien noch mehr. Bei der Verwitterung geht ein Theil Humussäure in die löslichen Quells. über. Ferner bilden sich beim Verwittern flüchtige Säuren, namentlich Essig- u. Ameisensäure, Bernsteinsäure. Auch fanden sich Stearins. u. Oelsäure. An flüchtigen Säuren fand L. fast 2 %, an wasserhaltiger Ameisensäure 0,428 %, in völlig trockener Erde (in III). Die Bildnng der Ameisens. aus verwesenden Fichtennadeln erklärt ihre Gegenwart im Moore. In den gewöhnlichen Moorbädern ist *HS* nicht wahrzunehmen; CO^2 ist nur in geringer Menge vorhanden. Ausführlich bringt *Heidler (Der neue Mineralmoor, 1860) die Analysen.

Marstrand s. S. 627.

Medewi. Der Schlamm enthält nach Lynchnel (1837) in 10000:

Extraktiv	3366
Schwefel	209
Eisenoxyd	1194
Manganhyperoxyd	34
Thonerde	518
Phosphors.	191
Kieselerde	4549
Summe	10061.

Dieser Schlamm ist eine fettige vom W. der M.Qu. durchdrungene Erde.

Meinberg. Der torfartige Badeschlamm liegt ursprünglich, mit Rasen überdeckt, dicht neben Gryphitenschiefer. Brandes (*Meinberg 1834) untersuchte den zum Bade präparirten trockenen Schlamm. 3 Theile trockenen Schlamms entsprechen 8 Theilen, wie er im Reservoir vorräthig ist. Der trockene enthielt 40

Prozent organischer u. im Feuer flüchtiger Substanz. In 10000 wasserleerer Substanz waren:

Harze	26,2	(davon 7/10 Grünharz, 2/10 gelbes Harz, 1/10 Wachs).
Humussäure [1]	72,8	
In W. lösliche org. Substanz	36,7 [2]	
Gummiges Extrakt	13,1	
Stickstoffhalt., in W. lösl. Subst.	5,2	
Modersubstanz [3]	1268,	
Schwefel	1,4 bis 4,5	
Eisenoxyd	145,2	
Manganoxyd	1,	
Phosphors. Kalk	1,3	Unlöslich.
Thonerde	283,	Unlöslich.
Kieselerde	1679,	Unlöslich.
Pflanzenreste	5860,	Unlöslich.
Kohlens. Kalk	403,3	Unlöslich.
„ Magn.	6,	Unlöslich.
Salze	121,	
	9966, [4] statt 10000.	

Chlor	7,7	
Schwefels.	56,	ca.
Kali	1,53	
Natron	21,	ca.
Magnesia	2,1	
Kalk	33,	ca.
	121.	

HS unbestimmt.

---

[1]) Nach p. 336 13 gr. in 4 Unzen feuchter Substanz, daher 52 im Pfund, nicht 42, wie Vf. rechnet.

[2]) Erst durch Aetzkali löslich gemacht in W..

[3]) Durch Aetzkali ausziehbar.

[4]) Das kleine Minus kommt daher, dass beim Vf. die Salze bei der Addition mit W. angerechnet wurden, was hier nicht geschah. Das Ganze wurde aus den Originalzahlen berechnet. Die vom Vf. auf 7600 (richtig 7629) berechneten Zahlen wurden auf 10000 umgewandelt.

Der Schlamm wird durch das fortwährende Anmachen mit den Dämpfen u. das Stehenbleiben allmälig reicher an Schwefel.

Montbrun. Thoniger Schwefelschlamm.

Monte Budello. Thoniger Schlamm.

Monte Cerboli s. S. 629.

Mosserud, Schweden. Schlamm homogen, frei von gröbern Bestandtheilen, fein, seifenartig, besteht meist aus amorpher, theils aus cellulöser vegetabilischer Substanz, enthält mehrere Spezies von Eunotia, einige Naviculae, Pinus-Pollen, wenig Quarz.

Mseno. Moor.

Hermannsbad zu Muskau. Ein Moor, an dessen Bildung auch die Eisenquellen Theil nehmen. Die Asche des Schlamms enthielt: Eisenhaltigen Thon, schwefels. Natron, Chlornatrium. In 10000 Th. Schlamm fand Hermbstädt nur 125 in W. lösliche Theile, nämlich auflöslichen Humus 75,

Chlornatrium	17,5
Chlorkalium	15,
Schwefels. Natron	12,5
„ Magn.	7,5
„ Kalk	7,5,

ausserdem Gase, besonders CO^2, auch *HS* u. Kohlenwasserstoff.

Der Nenndorfer Schlamm wird aus einem Moorfelde genommen, worin Schwefelquellen entspringen. Er entwickelt beim Kochen lange *HS*, enthält Schwefelnatrium u. Ammoniaksalze u. wird mit Dämpfen von Schwefelwasser erwärmt.

Néris s. S. 644.

(Neyrac. Quellabsatz, zufällig von den Röhren kupferhaltig.)

Nil s. S. 629.

Néris. Der Schlamm enthält nach Lefort:

Organisches	4408	Noch Chlor u. Jod spurweise. Schwefels. Kalk wurde mit kohlens. Natron umgerechnet. Es sind viele lösliche Salze vorhanden.
Schwefels. Natron	270	
Kohlens. Kali	19	
„ Natron	146	
„ Magn.	4	
„ Kalk	2658	
Eisenoxyd	213	
Manganoxyd	5	
Kiesels., Sand	2238	
Summe	9961.	

Nora, Stadt, Schweden. Schlamm dunkelbraun, kaum adstringirend schmeckend, sanft, fein; besteht meist aus Conglomeraten, grösstentheils organischer Art, unzersetzten Gewächsen u. einer sehr geringen Menge Quarz.

Norrtelje s. S. 627.

Northeim in Hannover. Früher wurde hier ein Schlamm benutzt, der aus kalten Schwefelquellen u. fetter Moorerde gebildet wurde.

Schlamm der Odessa'schen Limane nach Hasshagen (I, II)

I		II	
Jodnatrium	5,1	Organisches	161
Brommagnium	9,	Schwefels. Kalk	3321
Chlorkalium	9,6	Kohlens. Magn.	1168
„ natrium	165,	„ Kalk	3625
„ magnium	685,9	Eisenoxyd	54
Schwefels. Magnesia	93,	Thonerde	1213
Kohlens. Kalk	73,6	Kieselsäure	306.

Die Analyse unter I muss einen sehr mit W. verdünnten Schlamm betreffen; jedoch enthält er mehr Salz als das W. des schwarzen Meeres.

Oerebro, Schweden. Der Schlamm enthält HS, NaCl, CaCl, Fe, Erden, wenig Extrakt. Vgl. Alford I, 104.

Oesel s. S. 627.

Ofen-Pesth. Der Ofener Schlamm enthielt in 10000 (9926): Bituminösen Stoff 40, org. Stoff mit W. 840, Doppeltschwefeleisen 76, Eisenoxyd (mit etwas Mangan) 100, phosphors. Kalk 100, kohlens. Magn. 220, kohlens. Kalk 1700, Kiesels. 900, Felsarten u. Kiesels. 5950.

Panassou bei St. Cyprien in der Dordogne, Arr. Sarlat. Gelber Schlamm ohne Schwefel, vorzugsweise Kiesels., dann Kalk u. Magn., wenig Thonerde enthaltend.

Pejo. Eisenschlamm.

Perstorp, in der Umgegend von Stockeryd. Schweden. Schlamm fast ganz aus Quarztheilchen mit etwas Glimmer u. Hornblende bestehend, mit sehr wenig amorpher, vegetabilischer Substanz, keiner cellulösen Substanz, keinen Kiesel-Infusorien. Homogen, aber sandig.

Plattensee; s. S. 629.

Porla, $5^{3}/_{4}$ Ml. von Oerebro, Kirchspiel Skagerhults, in Nerike. Schlamm dunkelbraun, fast unmerklich nach Eisen schmeckend. Geschmeidig, seifenartig, ohne die mindeste Beimengung gröberer Theile. Besteht meistens aus Conglomeraten, zumal aus amorpher vegetabilischer Substanz, dann aus Quarzkörnern, Diatomeen (unbedeutend, besonders Navicula u. Stauronois), organisirter, vegetabilischer Substanz, etwas Pollen von Pinus-Arten.

(Porretta. Grüner Absatz des W.)

Pyrmont. Kohlen-Mineralschlamm.

Pystján. Der angeblich aus dem Niederschlag der Thermalquellen sich bildende Schwefel-Schlamm ist eine weiche Masse, die in 10000 (nach Ausrechnung von 854 W.) enthält: Humusstoffe 55, Kalk 1202, Eisenoxyd 1384, Thonerde 1624, Kieselerde 5735. (Lang's Analyse. Nach einer ältern Analyse von Scholz war

Humus 100, Kalk 500, Eisenoxyd 1100, Thonerde 1200, Kieselerde 6200 in 9100 Theilen.)

(Querzola. Ocker.)

Radeberg. Eisenschlamm.

(Rehburg. Der beim Kochen entstehende, ehemals wohl äusserlich benutzte Badeschaum, enthielt nach Westrumb vorzüglich kohlens. Kalk [9100], dann Eisenoxyd, Thon- u. Kieselerde u. Kupfer [50].)

Reinerz. Etwa 5 Stunden vom Brunnenthale entfernte, fast 400 Morgen grosse Moorfelder liegen auf einem 2300′ hohen Bergplateau; aber auch in unmittelbarer Nähe des Landes sind Moorwiesen, welche von vielen Qu. (Eisensäuerlingen) durchzogen sind. Der Moor liegt hier bei 12′ tief, ist in den obern Schichten hellbraun, darunter dunkler, in den tiefsten Schichten dunkelbraun bis schwarz (Pechtorf). Ueberall wird er von vielen Baumstämmen, theils ganz gut erhaltenen, theils verfaulten durchsetzt. Wurzeln, Fasern etc. sind reichlich vorhanden. Zur Analyse wurden zwei Proben vermischt, wovon besonders eine noch unzersetzte Pflanzen enthielt. Nach Drenkmann's Analyse waren im trockenen Moore:

Löslich in Wasser		In Säuren, Alkalien, Alkohol löslich		
Jodnatrium	2,3	Magnesia	17,9	
Chlorkalium	27,7	Schwefels. Kalk	254,4	
„ natrium	40,5	Phosphors. „	68,5	
Schwefels. Magn.	43,8	Manganoxyd	8,3	
„ Kalk	70,9	Eisenoxyd	228,8	
„ Eisenoxydl.	80,5	Thonerde	111,3	
„ Thonerde	36,	Kieselsäure	598, *)	*) Zur Hälfte unaufgeschlossene Mineralsubstanz.
Quells. Ammoniak	133,9	Humussäure	3659,	
Extraktiv	91,4.	Humuskohle	2871,	
		Moorwachs	49,	
		Moorharz	91,	
		(Pflanzen	1455).	

Duflos fand Spuren Ameisensäure, 857 Z.T. Aschenbestandtheile, darunter 274 lösliche Salze im trockenen Moor.

Ronneby, in Schwedens schönster Gegend. Der Schlamm bildet ein 2′ mächtiges Lager in einem Sandbette, darüber liegen Phanerogamen-Blätter, worauf ein Sphagnum-Lager u. ein anderes aus Kiesel-Infusorien folgen. Er ist fein, ohne gröbere Beimengung, graubraun, schmeckt sauer, nach Alaun u. Eisenvitriol u. etwas nach *HS*. Besteht meist aus Conglomeraten organischer u. unorganischer Substanzen, amorpher vegetabilischer Substanz, Quarz, Kiesel-Infusorien (Epithemia, Melosira, Campylodiscus), Spongolithen, Polythalamien, Thonerde, Eisen.

Rostock, 1½ Ml. von Wenersberg in Dahlsland. Der Schlamm ist nicht ganz frei von Pflanzentheilen: davon gereinigt ist er homogen u. fein, schmeckt nach Eisen. Besteht meist aus amorpher, theils auch aus cellulöser vegetabilischer Substanz, wenig Quarz, u. ist frei von Kiesel-Infusorien.

Im Herzogthume Salzburg sind viele Moore u. einige Moorbäder von lokaler Bedeutung. *Wallmann Heilqu. u. Torfbäder im Herz. Salzb. 1862. Ueber das Bad am Untersberger oder Leopoldskroner Moor s. S. 640.

Sanga, Angermanland, 35° Ö.L., 63°5′ N.Br., einer der nördlichsten Kurplätze. Schlamm rothbraun, etwas adstringirend schmeckend, homogen, geschmeidig, besteht meist aus gelbbraunen, körnigen Conglomeraten, Quarzkörnern, etwas Glimmer u. Hornblende, fast keinen unzersetzten Vegetabilien, gar keinen Diatomeen, Lithostilidien, Spongolithen.

Klein-Schirma zwischen Freyberg (¾ St.) u. Chemnitz. Lampadius (1836) fand im dortigen Torfmoor an Sand, Torffasern, W. (incl. Verlust) 9441 Z.T., an in siedendem W. löslichem quells. Kalk etc. 133, an schwarzbraunem Moor 926 (nämlich: quells., quellsatzs., humuss. Salze 602, nicht saurer Humus 201, durch Salzs. ausziehbar). *Monographie von Hedenus. 1840.

Södra Wi, in Kalmare Län, etwa 1 Ml. von Wimmerby. Schlamm braun, mit vielen unzerstörten Vegetabilien verunreinigt, schmeckt nach Eisen, riecht nicht

nach HS. Besteht meist aus Conglomeraten amorpher vegetabilischer Substanz, mit Eisen, wenig Quarz, keinen Diatomeen.

Im Torfe von Spa (Peat) fand de Koninck (vor 1854):

Kali	46	Humussäure	1213
Natron	124	Humin	83
Magnesia	Spur	Wachs	52
Kalk	155	Harz	235
Eisenoxyd	225	Organisches	3517
Thonerde	345	Unlösliches	3867
Kiesels.	31	CO^3?, NH^4O?	
Schwefels.	56		
Phosphors.	51		

Staraja-Russa, Gouv. Novgorod. Der M.-Schlamm enthielt nach Schmidt:

Organische Substanz	385,6
Kochsalz	98,5
Chlorkalium	,9
Chlormagn.	12,6
Chlorcalcium	15,9
Schwefels. Kalk	138,2
Brommagnium	,2
Einfach Schwefeleisen	258,8
Eisen, Kiesel etc.	288.5
Kohlens. Kalk	2834,
Silicate u. Eisen	2902,2
Thonerde, Kalk, Magn.	459,6
Kali, Natron	288,5
HS, CO^2	Spuren.

Die Summe reicht noch nicht an 2000; das Uebrige ist wohl Wasser.

Steben. Der feuchte Schlamm enthielt 29 % W.. Raab fand (im trockenen): Harze 188, lösliche org. u. unorg. Stoffe 500 Z.T.; das Uebrige bildeten unlösliche Stoffe. CO^2 2.

Stockeryd, Schweden. Schlamm homogen, seifenartig, meist aus amorpher, theils auch cellulöser organischer Substanz bestehend, ohne Kiesel-Infusorien, mit wenig Quarz, unbedeutendem Eisen-Gehalt.

Tatenhausen. Nach Brandes enthielt der trockene Schlamm:

Lösliche Salze*)	22	Humin etc.	3140
Schwefels. Kalk	57	Harze, Wachs	58
Lösl. org. Stoffe	134	Eisenoxyd	990
Humussäure	146	Unlösliches**)	5453
		HS	Spur.

*) Vorzüglich CaCl u. MgCl, etwas NaCl, J Spur, K Spur; Manganoxyd ist eingerechnet.

**) Kiesels., Thonerde, kohlens. Kalk etc..

Teplitz-Schönau. Der Schlamm wird aus einem fast unerschöpflichen Torfmoore gewonnen. Er riecht nach Harz u. HS, besteht zum grössten Theile aus groben Pflanzenresten (Sphagnum, Riedgräser, Euphorbium, Led. pal.), Sand u. Moderstoffen u. nur wenig löslichen Stoffen, worin die Salze nur ein Unbedeutendes ausmachen. Er enthielt im feuchten Zustande 55 % W.. Wolf fand im trockenen Schlamm:

Natron	7
Lösliche Salze	17
Humuss. u. veget. Extr.	316
Eisenoxyde	534
Unlöslich unorg.	ca. 970
„ org.	ca. 2090
Pflanzenreste	6050.

Die Analyse ist abgekürzt wiedergegeben.

Rochleder fand Folgendes. Feuchter Moor enthielt 28 % W.. Trockener Moor enthielt:

In W. lösliche Salze	67
Porphyrsand, Thon, Eisenoxyd, Kalk	5449
Organ. Substanzen, W.	4484.

Die löslichen Salze wurden gebildet aus Kali 38, Schwefels. 13, Natron 7, Kalk 6, Eisenoxydul 2, Bittererde 1. (Nach Wolf waren besonders Kalk- u. Magnesia-Sulfat, etwas phosphors. Natron vorhanden.) Rochleder fand eine der Apoglucinsäure ähnliche Säure.

Teplitz-Trenchin. Der von Lang analysirte Schlamm (Quellabsatz?) bestand zu $^2/_3$ aus Schwefel, zu $^1/_4$ aus Sand; das Uebrige: Erden, Eisen, Organisches.

Tharand. Der Schlamm enthält viel organ. Stoffe (etwa 37 %), Eisen, Gyps, nicht viel Salze, aber Kupfer! (Das zugesetzte W. enthält Eisen, sonst ist es gehaltlos.)

Topusko. Schlammbäder, worin Thermen entspringen. Der Schlamm enthält fast 70 % Erden.

Truskawicz. Schwefelschlamm.

Tscherbakow'scher Schlamm in Russland.

Tschokrask, See. Zarte, schwarze, mit den Füssen durchknetete Masse. Analyse (von Hasshagen?):

	I	II
Jodnatrium	5	4
Brommagnium	1	
Chlorkalium	12	9
„ natrium	665	586
„ magnium	455	307
Schwefels. Magn.	236	208
„ Kalk	27	6
Schwefelammon		166
Eisenoxyd	8	9.

Das Uebrige wohl unlösliche Theile u. W..

Tusly, fauler Salzsee im taurischen Chersonesus; nach dem Dorfe Sakly wird der Schlamm auch Sacker Mineralschlamm genannt. Vgl. oben Saksk. Er besteht aus Sand, Moorerde, zersetzten Pflanzen (grösstentheils Salicornien), Salzen u. Gasen. De Serre fand NaCl 2250, MgCl 450, CaCl 170, Gyps 60. Nach Göbel besteht er grösstentheils aus eisenhaltigem Sande, vielen organischen Substanzen, vielem Gyps, NaCl, $NaO\,SO^3$, $CaO\,CO^2$, Schwefelcalcium (79 Z.T.), $KO\,SO^3$, Quellsäuren, Harz, Brom, Ammoniak. Nach Andern ist ausser $MgO\,SO^3$ u. NaCl ziemlich viel Brom u. Jod u. namentlich Schwefelammonium im chersonesischen Schlamme enthalten.

(Uriage. In den Reservoirs bildet sich ein thoniger, Schwefel u. Arsen enthaltender Absatz, der mit Fett als Salbe u. auch sonst als Zusatz zu den Bädern gebraucht wird.)

(Ussat. Von Figuier analysirter erdiger Absatz.)

(Verden. Ocker u. Badeschaum.)

Viterbo. Poggiale untersuchte Schwefelschlamm (A) u. Eisenschlamm (B, wohl nur ein erdiger Ocker).

	A	B	
Schwefel	2273,2		
Schwefels. Kalk	11,3	327,4	
Chlorcalcium	,6	40,3	
„ magnium			
Kohlens. Kalk	8,7	7068.2	
„ Eisenoxydul	23,7	2069,3	(wohl Oxyd)
Thonerde		105,7	
Kieselerde u. Silicate	5576,8	272,	
Arseniksäure		14,	
Org. Stoff	2103,7	103,1.	

Vlotho, Kreis Herford, Rgbz. Minden, Preussen. Brandes untersuchte (1823?) einen in unmittelbarer Nähe der Quellen vorkommenden Schlamm u. fand in 10000:

Extraktiv u. Erdharz	363,1
Faserstoff	4153,
Chlornatrium	8,26
Schwefels. Natron	14,55
„ Kalkerde	594,6
„ Eisenoxdl.	554,5
Freie Schwefelsäure	159,1
Unlösl. Erden etc.	4153. *)

*) Auffallend ist das zweimalige Vorkommen derselben Zahl; entspricht aber dem Referate bei Osann.

Die Analyse war ursprünglich auf einen mit 42,7 % Wasser haltenden Schlamm berechnet.

Wahlberga, Schweden.

Walhallskälla, Schweden.

Weilbach. Der jetzt wohl nicht mehr angewandte Schlamm wurde aus einem an Kochsalz u. kohlens. Natron reichen Moorgrunde genommen u. mit Schwefelwasser angemacht.

Wiesau, Oberpfalz. Nach Gorup-Besanez (Ann. d. Chem. CLIX) enthält der Moor in W. löslich: Cl, SO^3, CO^2. Spuren von PO^5, NH^3, KO, NaO, MgO, CaO, Fe u. Mn als Oxydul, in Salzs. löslich noch: viel Fe, phosphors. Thon., Spuren von Kalk, SiO^3, in kohlens. Natron löslich: viel Huminsäuren, besonders Geïnsäure, in Natron löslich: Quellsatzsäure, flüchtige Stoffe: Butters. u. Ameisensäure. Asche 9,3 %.

Wipfeld. Der möglichst gereinigte Schlamm wurde 1838 von Scherer untersucht. Der feuchte enthielt 34 % W..

Bituminöses Harz	80	Kohlens. Kalk	2410
Humussäure	2550	„ Magn.	473
Schwärzl. Rückstand	851	Eisenoxyd	290
Extraktiv	400	Thonerde	1030
Schwefels. Kalk	35	Kieselerde	1200
Schwefel	82	*HS*	ca. 2
		CO^2	ca. 10.

Zur Bereitung von künstlichem salzigem Schwefel-Schlamm hat man folgende Vorschrift gegeben. 1 Pfd. Kochsalz, 3 Unzen Glaubersalz, ½ Unze kohlens. Talk, ebenviel schwefels. Talk, 3 Loth frischer Kalkschwefelleber werden mit 1 Pfd. feiner Kieselerde u. 3 Pfd. feiner Thonerde durchknetet u. in einem irdenen Topf mit W. 8—12 Stunden gekocht. Um einen styptischen Badeschlamm zu erlangen, ist eine Mischung von Eisenvitriol u. Gartenerde u. nicht alkalischen Salzen genügend. Die gewöhnliche Ackererde enthält schon Salze; drei verschiedene Arten derselben gaben 40—280 Z.T. an Extrakt, darunter auch Essigs. u. Ameisens. — welche aus Cellulose, Stärkmehl, Gummi, Moosstärke u. Harzen abzuleiten ist —*), Kohlens., Quell- u. Humussäuren. Alkalien lösten 420—860 Z.T. organische Stoffe auf.

Die Wirksamkeit des Krumbacher Bades schreibt (schrieb?) man dem Zusatze eines Steines zu, der nahe der Ursprungsstelle des M.W. nesterweise vorkommt u. dem W. zugesetzt wird; es ist dies eine fettige, graue, farbig gestreifte, leichte u. geschmacklose Masse. Ein Quentchen davon macht 10 Maass W., ¼—⅚ Kilogr. ein ganzes Bad milchweiss; diese Farbe bleibt dem W., auch wenn sich ein Theil des Fossils zu Boden gesetzt hat. Es besteht dasselbe aus Thonerde 47, Kiesels. 22, Eisenoxyd 9,5, kohlens. Kalk 2,5, Extrakt 2,8, Luft u. W. 16 %; der Gehalt an condensirter Luft scheint bedeutend zu sein. So gibt Wetzler die Zusammensetzung an. Nach Vogel (u. Osann's Referat) besteht es aus Thonerde 16,

*) „In keinem Ackerboden, welchen ich in dieser Hinsicht untersuchte, waren Essigs., Ameisens. u. Propions. abwesend; die Menge war jedoch sehr verschieden. In reichlichster Menge sah ich Propions. bei der Blatterde (Gartenerde Ref.). In frisch gedüngtem Boden, gedüngt mit Stalldünger, ist die Menge noch ansehnlicher.“ (Mulder.)

Kiesels. 50, Eisenoxydul 5, andern Erden 2, Ammon, W., organischen Theilen 21, Kali u. Verlust 6 %: nach Fuchs aber in 95 Th. aus Thonerde 19, Kiesels. 65, Eisenoxydul 6, Kalk u. Magn. 4, Ammoniak 1. Es wäre wünschenswerth, dass bestimmt würde, ob das Bade-W. etwas daraus auflöse. Es erinnert diese Mischung an einen weissen Stoff, der an den Quellursprüngen zu Plombières gefunden wird u. sich auch im W. zertheilen u. ihm eine weisse Farbe ertheilen soll. Die Analyse ergab hier: Kiesels. 30, Thonerde 61, Eisenoxyd 2,8.

Die Sulzer Hallerde, die auch den Bädern zugesetzt wird, besteht aus Thon u. Kreide, vorzüglich aber aus Gyps.

Zusätze erdiger Art, namentlich erdige Absätze, sollen noch zu den Bädern in Acqui, Hofgeismar, Rehburg (kupferhaltiger Sinter?), Moching, Salzungen gemacht werden. An letztgenanntem Ort soll der Zusatz aus kohlens. Kalk, Eisen, Quell- u. Quellsatzs. bestehen. Zu Patradgik in Rumelien wird ein aus den heissen Qu. abgesetzter Travertin (zu Schlammbädern?) benutzt. Auch der reichliche Bodensatz eines Bades in Pösteny, der ausser den organischen Antheilen aus Sinter besteht, soll in ähnlicher Weise benutzt werden.

Zusätze.

Zu §. 9. Manganchlorür hat nach Hiller 2 Atome Krystallisations-W., Manganoxydul-Sulfat krystallisirt je nach der Temperatur mit verschiedenem W.-Gehalte.

Zu §. 14. Während das W. von Bad Liebenstein nur 0,49 Z.T. f. G. zeigt, wurde nach Abdampfung von 9 Kilogr. des W. der Kaltwasser-Anstalt Elgersburg noch keine wägbare Quantität fester Bestandtheile aufgefunden, sondern nur Spuren von Chlorverbindungen u. organischen Bestandtheilen. (*Schmidt Elgersb. 1855.)

Zu §. 20. Annahme der Luft vom Wasser aus den Gesteinen. Manche Mineralien, besonders solche, die auf Gängen vorkommen, Kalkspath, Spatheisenstein, Flussspath, Bleiglanz, Fahlerze, Kupfer- u. Schwefelkies u. viele andere Schwefelmetalle verknistern häufig beim Erhitzen, oft mit grosser Heftigkeit, andere Male wieder nicht. Beim Verknistern entweicht, wie beim Knistersalze, gewöhnlich keine Feuchtigkeit, so dass man mit Sicherheit behaupten kann, dass sie nicht aus wässerigen Auflösungen sich abgesetzt haben. Vielleicht rührt das Verknistern, wie beim Knistersalze, von eingeschlossener, comprimirter Luft her. (H. Rose *Poggend. Ann. 48. B.) 7 Loth Knistersalz (46,5 C.C. einnehmend), enthielten 13—22 C.C. Gas.

Zu §. 21. Absorptions-Coëfficienten für N u. für O (nach dem Befunde)

		N		O	
bei	4°	0,01843	6°	0,0461	weniger zuverlässig als die für O berechneten Coëfficienten.
	6,2	0,01751	8,3	0,0419	
	12,6	0,0152	11,6	0,0392	
	17,7	0,0144	18,1	0,03715	
	23,7	0,0139	22,8	0,03415	

Zu §. 24 (S. 45). In den Brunnen des Gironde-Départements will Fauré im Allgemeinen noch das Verhältniss von N zu O, wie es in der atmosphärischen Luft besteht, beobachtet haben. Nach Peligot hat das W. von Grenelle gar keinen O; er füllte die Schöpfgefässe vorher mit CO^2 an. (Compt. rend. XLV.)

Jacquelain theilt als Resultate seiner Studien über eine Qu. von Neubourg mit, dass die Luft, welche von — direktem oder diffusem Lichte ausgesetzt gewesenem W. ausgestossen wird, ein grösseres Sauerstoff-Verhältniss (bis 63 %) wahrnehmen lässt, als diejenige, welche durch Auskochen von jenem gewonnen wird u. dass die Sauerstoff-Produktion der Gewässer abhängig erscheint von der Quantität aufgelöster Bicarbonate einerseits u. andererseits von der Menge von Vegetabilien u. von Monaden, die darin leben. Die zersetzende Wirkung dieser Monaden auf die CO^2 jener Bicarbonate erreicht in den ersten 8—14 Tagen ihr Maximum u. sinkt später auf ein Minimum, wobei noch geringe Mengen N ausgegeben werden.

Zu §. 25. Die absorbirte Luft des W. von Tivoli hat nach anderer Angabe das Verhältniss von *N* 30,72; *O* 2,77. Der *O* betrug in den Qu. von Plombières nach Lefort 18—27 Z.T. Vol., nur in einer Qu. 47,5.

Minus von *O* in edlen Wässern. Bohn fand im W. von Gastein in dem durch Kochen austreibbaren Gase CO^2 4,1, *O* 15,6, *N* 80,3 %.

Gas des W. von Fontaine-rouge zu Pont-à-Mousson nach Grandeau CO^2 77,9, *O* 0,4, *N* 21,7 %; Gehalt an Gasen 807 Z.T..

Das W. von Balaruc (47°) enthielt 17,9 Z.T. Vol. *O*.

Zu §. 26. Plus von *O*. Das W. von Jebenhausen enthielt 362,4 Z.T. Vol. (0,501 Z.T. Gewicht) *O*.

Luft von Brunnenwässern (1—3) u. Qu. (4—6) in Stockholm nach Bahr (1861).

	CO^2 %	*O* %	*N* %	Z.T. (Vol.?) des W.
1)	?	3,93	96,07	180,3 (geschöpft).
2)	24,58	10,12	65,3	
3)	3,15	18,3	78,55	
4)	31,75	8,73	59,52	279,7
5)	36,16	7,62	56,21	352,7
6)	39,1	4,6	56,3	323.

Marchand untersuchte die Luft eines vor Licht geschützten aber der Atmosphäre zugänglichen W. u. fand darin 32—33 % *O*. In der Luft des W., in welchem sich am Lichte die Priestley'sche Materie gebildet hatte, fand er 33,5 % *O*; dagegen hielt die Luft dieses W. bei weiter vorgeschrittener Fäulniss nur 20 % *O*; der Rest war immer *N*.

Zu §. 31. Lefort fand in den Thermen von Plombières 96—126 Z.T. Vol. *N*.

Zu §. 32. Gewicht des *N* in M.W..

In Dürkheim	,046 Z.T.
Erlenbad	,115
Hubbad	,371
Balaruc	ca. ,124 (116 Z.T. bei 47°).

Zu §. 34. Ueberschuss an *N*. Das W. von Jebenhausen enthält 1486 Z.T. Vol. = 1,8 Z.T. Gewicht!

Zu §. 37. Deville fand in einer Exhalation einer Spalte des Kraters von Vulkano bis 98 % *N*.

Zu §. 42. Von Bunsen gefundene Absorptions-Coëfficienten für CO^2:

bei 4°4	1,4698
8°4	1,2426
13°8	1,0654
16°6	0,9692
19°1	0,8963
22°4	0,8642.

Nach Rogers (Jahresber. I, 334) absorbirt das W. bei 28 par. Zoll Barometerstand an CO^2

	Vol.	Vol. bei 0°		Vol.	Gewicht
0°	1,797	1,797	16°9	0,838	15,92
3°5	1,479	1,46	21°4	0,686	13,03
8°	1,222	1,186	25°8	0,575	10,92
12°5	1,005	0,97	30°2	0,503	9,56
			52°5	0,114	2,17;

angeblich letztere Volumina (d. h. wohl von 16°9 an) auf 12°5 reducirt gedacht. Ich habe das Gewicht der von 10000 W. absorbirten CO^2 ausgerechnet, in der Voraussetzung, dass Celsius-Grade in den Versuchen des Verf. gemeint sind.

Selbst W., welches unter gewöhnlichem Luftdruck kocht, absorbirt noch merklich CO^2. Vgl. auch S. 85.

Zu §. 43. Lösung der CO^2 in Salz-Wasser. Nach Fernet (Annal. de Chim. et de Phys. 3. sér., XLVII, 360) löst sich in W., welches 1500 Z.T. Kochsalz enthält, nur halb so viel CO^2, als in reinem W., wogegen die CO^2 sich

in um so grösserer Menge in W. auflöst, je mehr phosphors. oder kohlens. Natron das W. enthält.

Nach Hoppe war der Absorptions-Coëfficient des Oeynhauser Soolwassers für CO^2 bei 13°93 0,39848
bei 16°1 0,39176.

Bei 16°1 würde das W. nur 7,724 Z.T. lösen können; es hat bei 31° aber, inclusive der zweitatomigen 6,164, 11,96 oder 12,328 Z.T., also wenigstens 5,796 Z.T. absorbirter CO^2 (7,6 bei 33°1 nach der frühern Bestimmung). Das natürliche Soolwasser ist also etwas übersättigt mit CO^2 für einen einfachen atmosphärischen Druck. Es enthält, wenn 12,328 als die genaueste Zahl angenommen wird, genau 3 mal so viel CO^2, als die erstatomige CO^2 beträgt.

Zu §. 50. Ueberall, wo auf dem linken Weser-Ufer der bunte Sandstein unter dem Muschelkalk zu Tage kommt, tritt CO^2 aus. (Hoffmann in Poggendorf's Ann. XVII, 156.) Die Exhalationen zu Meinberg treten zunächst aus dem Keuper, werden aber auch wohl dem Sandstein angehören.

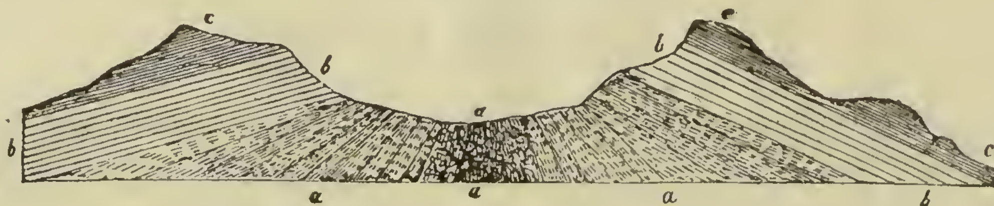


Fig. 24. Durchschnitt des Erhebungsthales von Pyrmont.

a bunter Sandstein; im Thalgrunde, wo die Qu. hervorbrechen, zerbröckelt, b Muschelkalk, c Keuper.



Fig. 25. Laacher See.



Fig. 26. Vulkangruppe der Auvergne. Die höchste Spitze bildet der Puy de Dôme.

Die Abbildungen betreffen drei durch Kohlensäure-Strömungen ausgezeichnete Gegenden: 1) das (S. 71 beschriebene) Erhebungsthal von Pyrmont, 2) den (S. 73 erwähnten) Laacher See, der in einem vulkanischen Kessel liegt, 3) die Gebirge der vulkanischen Auvergne.

Am linken Abhange der Eyach zwischen Haigerloch u. Stetten ist man (1856) auf eine merkwürdige Ausströmung von trockener CO^2 gestossen, nämlich in einem Schachte von 323 F. Tiefe, mit einer weitern Vertiefung von 36 F. durch ein Bohrloch. Der Schacht geht durch Kalkstein, Dolomit u. Anhydrit. Im Dolomit fand sich noch W., aber unter dem mächtigen Anhydrit-Lager ist das

Gestein vollkommen trocken. Das Steinsalz wurde nicht erreicht; es lag seitwärts. Der Abschluss des Schachtes wollte nicht gelingen, da die CO^2 durch alle Mauerwerke, Cemente u. Verdichtungen durchdrang; man hat ihr durch eine zweizöllige Röhre, die in die Eyach geführt ist, einen Ausweg gestatten müssen, u. sie dauert schon von 1856—61 fort.

Eine vorübergehende CO^2-Ausströmung aus einer mit zersetzten Thonschiefer angefüllten Kluft in einem Schachte wird von Bischof (Geol. I, 1863, 672) erwähnt.

Zu §. 51. Die Druckkraft der CO^2 überwindet im Laacher See W.-Höhen von 5—6′, ja von 20′, da man aus solchen Tiefen reichliche Gasblasen aufsteigen sieht.*) Eine Meile seitwärts vom Laacher See beim Dorfe Wehr sind unzählige M.Qu. u. bilden, da es an Abfluss fehlt, einen Sumpf von bedeutender Ausdehnung. Das Brausen der CO^2, welche sich zum Theil in kopfgrossen Blasen entwickelt u. das Sauer-W. fusshoch emportreibt, ist dort so stark, dass man das Geräusch schon in bedeutender Entfernung hört. Zu Meinberg sah Bischof das aus der Doucheröhre ausströmende Gas unter einem etwa 14 Zoll starken Drucke das W. wie aus einer Feuerspritze emportreiben. Das dermalen in engen Röhren ungefähr 100 F. weit geleitete Gas soll W.-Säulen von 6—8 F. zu überwinden vermögen.

Bischof bestreitet aber, dass unterirdische CO^2 Gebirge hätte heben können; sie würde, wenn ihr der Ausgang irgendwo versperrt wäre, durch andere Wege austreten. „CO^2, welche aus tiefer liegenden M.Qu. kommt, kann noch nicht einen Maulwurfshaufen emporheben." Das ist doch wohl etwas zu viel gesagt. Cf. S. 76 am Ende.

Das citirte von Gräfe beobachtete Pfeifen des in eines der Hügelchen auf dem Franzensbader Moore eingebrachten Röhrchens, ist nach Boschan (Eisenmoorbäder 1850) eine zufällige Erscheinung gewesen; es verdanken diese Hügelchen ihr Entstehen der Torfbildung; sie sind mit Moosen u. Gräsern bewachsen.

Zu §. 53. Reinheit der spontanen Ausströmungen von CO^2. Es enthielt das in dem Bohrloch zu Oeynhausen aus dem W. sich entwickelnde Gas fast 94 Prozent Kohlensäure (Bischof) u. es ist das aus einer Qu. zu Burgbrohl ausströmende Gas, sowie das von Meinberg u. Pyrmont, ganz frei von Schwefelwasserstoff (Bischof); ja die aus einer Bohrqu. zu Nauheim in einer Tiefe von 3′ aufgesammelte CO^2 zeigt nicht die geringste Spur eines fremden Gases (Bunsen).

Spontane Gase der W. von Abano. A) Qu. von 82°5—83°7 zu Monte Irone, B) Qu. von 50—62°5.

	A	B
N	60,9	59,5
O	,1	,1
CO^2	38,	40,
HS	,5	
Naphtha	,5	,4.

Zu §. 56. Austritt der absorbirten CO^2. Die von Gewässern absorbirte CO^2 wird von atmosphärischer Luft vollständig verdrängt. Wurde durch ein mit CO^2 gesättigtes W. nur 7½—15 Minuten Luft geleitet, so war es schon frei von aller CO^2; wenn aber viel kohlens. Kalk darin gelöst war, so schienen 7½ Minuten nicht ausreichend zu sein, die absorbirte CO^2 ganz zu verdrängen. (Bischof I, 99.)

Zu §. 58. Die Verwandtschaft der zweitatomigen CO^2 zum kohlens. Kalk überwiegt in hohem Grade die der freien CO^2 zum W. u. lässt sich weniger leicht durch hindurchgeleitete Luft abscheiden u. um so schwieriger, je mehr die Menge des Kalkbicarbonats in der Lösung abnimmt. Das Kalkcarbonat setzt sich, scheints, dabei als kleine durchsichtige u. darum unsichtbare Kryställchen ab. Selbst aus Rheinwasser setzt sich durch die Wirkung der Luft der kohlens. Kalk ab.

---

*) Dies zur Berichtigung einer Notiz auf S. 76. Die Gasexhalationen in den Umgebungen des Laacher Sees, sie mögen aus Sauerqu. oder ohne Begleitung von W. statt haben, zeigen nur eine Pressung von 4—5 Zoll W.-Höhe.

Kohlens. Eisenoxydul wird viel schneller durch durchgeleitete Luft gefällt. Cf. über S. 88 das Druckfehler-Verzeichniss.

Zu §. 63. Ursprung der CO^2. Nach Boussingault u. Lewy enthalten verschiedene Bodenarten ziemlich viel CO^2, z. B. ein sehr sandiger Weinberg etwa 29 Volumprocent Luft, worin 1,06 % CO^2. Selbst im dichten Lehm des Waldes fand sich mehr CO^2 als in gewöhnlicher Luft. Ueber die CO^2 des Bodens s. Mulder Chem. d. Ackerkrume. Die zu Sandefjord vorkommende Gytje, ein Uferschlamm entwickelt eine reichliche Menge CO^2, daher das daraus kommende Schwefel-W. viel kohlens. Kalk enthält.

Zu §. 64. Ursprung der CO^2. Kohlens. Kalk entbindet CO^2 mit Thonerde-Hydrat.

Man glaubte aus dem Zusammentreffen von kohlens. Kalk u. Eisenoxyd die CO^2-Ausdünstungen in der Gegend von Pyrmont erklären zu können.

Magnesia- oder Kalk-Carbonat, so wie Eisenspath werden beim Kochen mit Quarz oder künstlich dargestellter Kiesels. zersetzt. (G. Bischof 1863, I, 43.)

Ludwig hält für sehr wahrscheinlich, dass, indem der devonische Kalk allmälig in Schalstein umgeändert wird oder in Kieselschiefer, Jaspis u. Hornstein übergeht, die CO^2 für sämmtliche Säuerlinge der Wetterau u. auch die der Nauheimer Sprudel aus dem Kalkstein freigemacht wird. Auch die Soolsprudel zu Kissingen, welche aus dem Zechsteindolomit entspringen, zeigen, dass fast überall da, wo sich in grösserer Tiefe kohlens. Kalk- u. Magnesiasalze lagerweis vergesellschaftet finden, Sauerquellen entstehen können.

In der Nähe des Lago di Monte Rotondo hat man schon in einer Tiefe von 45—60 F. die Temperatur des kochenden W. erreicht. Nach Payen enthält das Gas der Suffioni in Toscana auch CO^2. Die W.-Dämpfe der Lagunen von Monte Cerboli dringen aus Kalkstein. Bei der grossen Fumachie di Castel nuovo ist feinkörniger Sandstein herrschend. Hier haben wir also alle Bedingungen zur Entwickelung der CO^2: kohlens. Kalk, Quarz, W.-Dämpfe u. Siedhitze in mässiger Tiefe. Es ist daher in hohem Grade wahrscheinlich, dass die CO^2 in den Suffioni auf die angegebene Weise entsteht. (Nach Bischof.)

Za §. 65. Eintritt der CO^2 ins W.. Bei Oeynhausen hat man in einer Tiefe von 1580 Fuss Kohlensäure wahrgenommen. Diese würde also unter einem Drucke von fast 51 Atmosphären ins W. treten können.

Ich fand (S. 96) eine Schwierigkeit darin, dass bei so hohem Wasserdrucke das W. sich in die von der CO^2 eingenommenen Hohlräume verlieren müsste. Dabei könnte zwar das comprimirte Gas theilweise durch die Wasserwege neben dem absinkenden W. hinaufsteigen. Es ist aber jedenfalls viel wahrscheinlicher, dass die meisten Sauerwässer ihre Kohlensäure im Nassen, d. h. mit Zuhülfe des W. erst aus Carbonaten entwickeln oder (weil es bei dem hohen Drucke nicht zur Bildung der Gasform kommen kann, vielleicht besser gesagt) aufnehmen.

Zu §. 67. Von Bunsen gefundene Absorptions-Coëfficienten für

Grubengas	6°2	0,0474	Oelbildendes Gas	4°6	0,2187
	9°4	0,0445		9°6	0,1840
	12°5	0,0413		14°	0,1667
	18°7	0,0359		18°	0,1532
	25°6	0,0312		20°6	0,1560.

Bunsen fand also, dass 400 Z.T. Grubengas bei 15° vom W. absorbirt wurden. Nach einem Versuche von Bischof absorbirte ein Soolwasser, mit Kohlenwasserstoff geschüttelt, 406 Z.T. (auf 18°75 u. 28 Zoll Barometer berechnet).

Wie in Sümpfen, so bildet sich Kohlenwasserstoff gewiss auch in tiefern See'n. Am Genfersee, Zürchersee u. Baikalsee hört man manchmal an heissen Sommerabenden einen donnerartigen Schall, worauf nach $^1/_2$—$^3/_4$ Minuten stets eine Luftblase von ungefähr 1 F. Durchmesser aus dem W. aufsteigt. Diese Blase ist wahrscheinlich Kohlenwasserstoff.

Zu §. 68. Vorkommen der Kohlenwasserstoffe.

Die alten Naturforscher erwähnen von Italien u. andern Ländern Wässer, die brennen oder aus denen Brenngas strömt, brennende Felder u. dgl.. „In Nymphaeo exit e petra flamma, quae fluviis accenditur. Exit et ad aquas Scantias (in

Campanien wahrscheinlich). Haec quidem invalida cum transit nec longe in alia durans materia. Viret aeterno hunc fontem igneum tegens fraxinus. (Also wohl eine schwache Ausströmung.) Exit in Mutinensi agro statis Vulcano diebus. (An solchen Tagen wurde das Gas wahrscheinlich angezündet.) Reperitur apud autores subiectis Ariciae arvis, si carbo deciderit, ardere terram. In agro Sabino et Sidicino unctum flagrare lapidem. In Salentino oppido Egnatia (am Meere gelegener Ort in Apulien, jetzt Torre d'Agnazzo) imposito ligno in saxum quoddam ibi sacrum protinus flammam existere.... Trasymenum lacum (Lago di Perugia in Apulien zwischen Cortona u. Perusia) arsisse totum." Plinius, dem diese Notizen entnommen sind, spricht auch vom Gebirge Hephästion in Lykien („Flagrant adeo ut lapides quoque rivorum et arenae in ipsis aquis ardeant, aliturque ignis ille pluviis") u. andern brennenden Gebirgen u. Inseln. (II, 106, 107.) Der lykische Olymp, ein himmelhoher Vulkan, lag unfern der Stadt Phaselis auf der lykisch-kilikischen Gränze, u. diejenige Parthie, welche im Alterthum bald Hephästion bald Chimära genannt wurde, heisst jetzt Deliktasch d. h. durchlöcherter Berg. Der neue Name stimmt recht gut zu der Notiz bei Seneca (Ep. 79; s. Plin. V, 27), dass bei Hephästion der Boden an mehreren Stellen durchlöchert sei u. ein übrigens für die Vegetation unschädliches Feuer aushauche. Eine Menge natürlichen Feuers, schreibt schon der alte Geograph Skylax (Peripl. §. 100), brennt hier aus dem Boden hervor u. es ist nicht möglich es auszulöschen; u. Ktesias (bei Antigon. Caryst. c. 182) bemerkt, dass man es, weil es selbst im W. nicht erlosch, „ewiges Feuer" getauft habe. Eine benachbarte Stadt erhielt wegen dieser wunderbaren Aeusserung des Feuergottes den Namen Hephästias u. ein weitberühmter Tempel dieses Gottes war unmittelbar an der Hauptfeuerstelle errichtet (Scylax); noch heute sieht man seine Ruinen. Hier hauste einst die entsetzliche flammenspeiende Chimära (Iliad. 16, 328; Aen. 6, 288). Die Chimära bricht aus Serpentin hervor. Es ist hier nach der Untersuchung neuerer Forscher eine Naphthaqu., die vielleicht einst als Feuerausbruch sich bemerklich gemacht hat. — Die in Italien gelegenen Gasausströmungen vergessen auch die spätern Schriftsteller nicht zu erwähnen. Baccius bemerkt: „Campus in Cilicia Strabone ponitur, ac solum igne accensum per multa stadia, ac loca simul gelidis aquis scatere et cum nec aqua nec ignis ad summam extent, noctu tamen quibusdam locis clambunt flammae. Idipsum visitur aliquibus locis in Italia, tum in montanis, qua ex Heturia Bononiam itur, calore ac noctu facellis emicantes, tum hinc non longo tractu ad Porretanas aquas, in quibus collibus noctu lenes visuntur ceu favillae scintillare."

Sumpfgas kommt mit der 18°5 warmen Qu. Sacra Mora bei Rimini (Leg. Forli) hervor.

„In Delphinatu iuxta Granopolim emanare calidas aquas accepimus, ex quibus et flammae ignis noctu praesertim elambant." (Bacc. IV.)

In der Gemeinde Châtillon im Arvethale zwischen Genf u. dem Montblanc strömt auf einer grossen Strecke entzündliches Gas aus. In einem benachbarten Hause kommt dieses natürliche Leuchtgas aus einem Loche des Bodens u. ersetzt die gewöhnlichen Erleuchtungsmittel.

Es ist noch Klein-Saros in Siebenbürgen (Gilbert's Ann. 37. B.) zu erwähnen. Aus einem Bach bei Bedlay unfern Glasgow strömte wenigstens 40 Jahre hindurch Brenngas aus.

Unweit des Dorfes Kinalughi, 7834 F. über dem Kaspischen Meere, finden sich bedeutende Exhalationen von Brenngas (die ewigen Feuer des Schagdag), welches unmittelbar aus dem mit Schiefer wechselnden Sandstein ausströmt. Dies Feuer wird nie durch meteorologische Erscheinungen erstickt.

Die S. 102 besprochenen Tse-liu-tsing (Tseu-lieou-tsing) geben theils Flammen von 30′ Höhe. (Bibl. univ. XL, 318 u. Compt. rend. XXII, 667.) Ich notire hier auch noch eine Therme mit blaubrennendem Gase zu Bara Nikantha in Nepal (Ritter) u. eine brennende Qu. auf Barbados (Hassel).

Zu §. 69. Geologisches Verhalten der Kohlenwasserstoffe.

Bunsen fand im Knistersalz von Wieliczka ausser Kohlenwasserstoff (84,6 %) noch CO^2 2,58, N 10,35, O 2. Das Salz liefert etwa die Hälfte seines Umfanges Gas. Die durchsichtigen Stücke des Salzes verknistern beim Auflösen

ebenso wie die undurchsichtigen. Auch zu Hallstadt findet sich Knistersalz. Das Salz hat sich gewiss in einer mit Kohlenwasserstoff unter einem hohen Drucke übersättigten Lösung gebildet.

Die Steinsalzgrube Ludovici wird beleuchtet mit Gas, das dort seit 1826 ununterbrochen ausströmt. Ein Bohrloch der Saline Münster am Stein gibt ziemlich viel Brenngas.

Bischof (Geol. I, 1863) gibt noch sehr merkwürdige Mittheilungen über ein Bohrloch zu Recklinghausen, das 860′ tief in die Kreide niedergetrieben wurde, ohne aber doch die noch 120 F. tiefer gelegene Steinsalzformation zu erreichen. Das in 780′ Tiefe aufgefundene Soolwasser tritt aus dem Bohrloch so schäumend hervor, dass es milchweiss aussieht. Die 18°75 warme Soole von Recklinghausen strömt etwa 110 K.F. Kohlenwasserstoff täglich aus (zu zwei Zeiten über 100 u. 120 K.F.), das nicht die mindeste Spur *HS* enthält, aber 1,75 % CO^2. Das W. enthält keine CO^2; sie ist also wohl durch den in Uebermaass vorhandenen Kohlenwasserstoff verdrängt. Carbonate sind nur sehr wenig im W. vertreten. Die Menge des W. beträgt 20143 K.F.. Enthielt das W. noch 4,06 % Vol. Gas d. h. 818 K.F. in Lösung, so gingen 918—939 K.F. Gas mit der Soole fort, zu dessen vollständiger Absorption ein Druck von etwas mehr als einer Atmosphäre ausreichte; 3,9—4,7 F. unter dem Ausflusse der Soole konnte noch alles Gas absorbirt sein. Noch viel grössere Quantitäten könnten in der Tiefe der Qu. absorbirt gedacht werden, ohne das Zutreten einer Gasqu. vorauszusetzen. Weil das Gas so nahe unter der Oberfläche entbunden wird, schäumt das W. in den kleinsten Bläschen u. sieht wie Milch aus. Nachdem in das Bohrloch eine Röhre wasserdicht eingesetzt worden, sprang die Soole anhaltend ungefähr 20 F. über den Boden. Das W. enthält kaum die Hälfte so viel Salz als das Meerwasser, gar keine SO^3.

Fast genau ebenviel Salz hält die Soole von Heepen unweit Bielefeld in Westphalen. Hier wurde im Lias zur Aufsuchung von Steinkohlen ein Bohrloch niedergetrieben u. in etwa 250 F. Tiefe eine aufsteigende, 14°75 warme Soole erbohrt, aus welcher sich Kohlenwasserstoff entwickelt. Täglich fliessen nur 685 K.F. Soole aus; aber die Menge des Gases ist anscheinend grösser als zu Recklinghausen; jedenfalls viel grösser relativ zum Wasser. Dem entsprechend steigt das Gas auch in grossen Blasen auf. Wenn die Soole in 192 F. Tiefe unter 7fachem Drucke bis zur Sättigung 5mal so viel Gas als unter einfachem Drucke aufnehmen sollte, so würde das Gas etwa 20 % des Volumens vom W. betragen, wovon 16 % beim Aufsteigen entweichen würden, also etwa 111 K.F.. Weil aber das Bohrloch einen Druck von 9 Atmosphären gestattet, so könnte die Menge des entweichenden Gases noch grösser sein u. dennoch nur absorbirt gewesenes Gas zur Bildung des entweichenden Gases beitragen.

Im Bohrloche zu Recklinghausen fällt der Uebergang der grauen Mergelschichten in weissen Mergel genau mit der Tiefe zusammen, woraus die Soole aufsteigt. Die graue Farbe rührt wahrscheinlich von organischen Ueberresten her.

An der Südseite des Erie-Kanals in New-York strömt Brenngas an 3 Orten aus dem Steinsalzlager, worunter ein mächtiges Steinkohlenflötz. Namentlich zu Rocky Hill am Ohio kam man beim Bohren auf eine starke, lange Zeit bestehen bleibende Ausströmung u. 1 Stunde von diesem See ist das Dorf Fredonia mit Brenngas beleuchtet, das aus einem Bohrloch strömt. In der Gegend von Marietta im Staate Ohio ist Brenngas der beständige Begleiter der Soolquellen (Sillim. Journ. X). Ueber Kohlenwasserstoff-Entwicklung aus mehreren Salzsoolen von Canada s. Hunt Geol. of Can. 1853.

Brenngas kommt auch aus bituminösen Lagern von Thoneisenstein oder aus bituminösem Sande; z. B. bei Bechelbronn, wo es mit grosser Heftigkeit hervordringt. (Daubrée in N. Jahrb. f. Mineral. 1853.)

Alles führt zu der Annahme, dass Kohlenwasserstoff sich nur dann entwickelt, wenn vegetabilische Substanzen unter W. faulen. Am Ausflusse des Mississippi, wo viel Treibholz jährlich von Schlamm u. Sand bedeckt wird, kommt in Folge der Umwandlung des Holzes in Braunkohle jenes Gas überall aus dem Boden hervor.

Zu §. 71. Eine Gas-Exhalation, welche bei der Eruption des Vesuvs von 1861 im Meere unweit Torre del Greco auftrat, enthielt nach Sainte-Claire Deville

CO^2	59,53
N + Brenngas	40,47.

Die spontanen Gase von Coëse (12°5) bestehen aus Grubengas 70,2, CO^2 2,4, N 27,4.

Ich will nur noch wenige Analysen anführen von Brenngas-Ausströmungen, im Uebrigen auf Bischof's Geol. I, 1863 verweisend.

	a	b	c	d
Kohlenwasserstoff	79,1	92,49	93,09	92,24
Oelerzeugendes Gas	16,1	4,11	3,26	4,26
Kohlensäure	!	,93	2,18	3,5
Stickstoff	4,8	2,13	,49	
Wasserstoff		,34	,98	

a) aus einem artes. Brunnen in einem Schachte im Fürstenthum Schaumburg; b u. c) Gase von verschiedenen Orten der Halbinsel Abscheron nach Schmidt; d) eines der Brenngase der Halbinseln von Kertsch u. von Taman nach Bunsen (Jahresber. 1855, 1003); die 4 andern Gase enthielten ausser Kohlenwasserstoff nur 2,1—4,6 % CO^2.

Ein starker Strom Gas bei Charlemont (Staffordshire) enthielt 99,6 % Kohlenwasserstoff (Jahrb. 1849, 789).

Zu §. 72. Das absorbirte Gas des W. von Coëse enthält nach einer Analyse CO^2 48, N 206,5, Grubengas 147,5, O 44 Z.T.. Die Qu. von Harrogate haben höchstens 5,84 K.Z. in 1 Gallone W., also wohl 250 Z.T. Vol. Grubengas. Das W. von Nieder-Langenau enthält auch Kohlenwasserstoff.

Zu §. 73 bis. Wasserstoff kommt (zu 4,3 % der Gase) in der Exhalation der Solfatara zu Krisuvic u. in andern derartigen Exhalationen (z. B. zu 25 % in der von Reykjahlidh) vor. Eine Qu. dicht neben der Exhalation von Krisuvic gab ein Gas mit 4,1 % H, andere kochende Qu. aus dem Schlammboden von Krisuvic gaben 7,9—8,4 % ihres Gases davon. Auch in toskanischen heissen Solfatara-Gasen (meist CO^2) ist H, ebenso in einem Gase eines artesischen (trockenen?) Brunnens etc..

Zu §. 79. Robinet Untersuchungen über Regen-W. (Acad. des Sc.; Gaz. hebd. X, 38).

*Fauré fand (zu Bordeaux oder in der Umgegend) nur dann Chlor u. Jod im Regen, wenn starke Seewinde herrschten; bei ruhigem Wetter, selbst wenn Westwind war, fand sich im Regen bedeutend weniger von diesen Stoffen.

Zu §. 80. Den oben gesammelten Analysen von Flusswässern füge ich noch folgende hinzu, u. verweise im Uebrigen auf Bischof's Geol. I, 1863, wo einige 50 Analysen stehen.

Der Iserfluss in Böhmen enthält nach Pohl ausser Spuren von Ammon, Phosphors., Thon., Eisen, Kiesels.: Na Cl 0,039, Mg Cl 0,013, CaO SO^3 0,146, CaO CO^2 0,8, Org. 0,139; fest. Geh. 1,13.

Dnieper nach Guillemen (1860): NaCl 0,142, CaO SO^3 0,044, CaO CO^2 0,916, MgO CO^2 0,332, phosphors. Kalk 0,04, salpeters. u. ulmins. Kali 0,23, ulmins. Kalk 0,157, Organ. 0,48; fest. Geh. 1,86; gebundene CO^2 0,73, freie veränderlich.

Ueber das W. des Steckenbachs u. der Isar s. Wittstein in Jahresber. üb. Chem. 1861, 1097.

Die Beschaffenheit der Salze der Bäche u. Flüsse richtet sich nach der Natur des Bodens. Der kleine Gehalt der Möll, eines Baches der Hochalpen, bestand grösstentheils aus kohlens. Kalk, Kiesels., kohlens. Magnesia u. Mangan, der eines andern Alpenbaches, der Oetz, noch nicht 0,26 in 10000 betragend, war meistens aus Eisenoxyd, Kiesels. u. etwas kohlens. Kalk zusammengesetzt. Das Vorherrschen des Kalkgehaltes im ersten W. u. das des Eisens im zweiten ist durch die Art des Gebirges bedingt. (*Schlagintweit.)

Flusswässer. In 10000:	Rhein bei Köln. Nach Freytag 7. Mai 1853.	Nach Freytag 12. Juni 1855.	Nach Richter.	Seine oberhalb Paris.[2]	Main. n. Kerner 1859.	Nidda bei Hausen. n. Löwe 1859.
Kali				{	Spur	,038
Natron	,14	,157	,044	{ ,107	,037	1,346
Ammoniak				,0017		
Magnesia	,066	,081	,205	,046	,269	,073
Kalk	,748	,758	,611	,874	,679	,51
Eisenoxyd	,058	,039	{ ,388 [1])		,007 [3])	,46
Thonerde	,01	Spur	{			
Chlor	,012	,041	,141	,07	,042	1,569
Schwefelsäure	,071	,137	,205	,093	,452	0,
Salpetersäure				,041		
Kieselsäure	,039	,022		,11	,147	,16
Kohlensäure	,625	,651	,543	?	1,329 [4])	,481 [4])
Organisches gelöst			,354	,17	,049	
Summe	1,769	1,886	2,464		2,26	4,28

[1]) Incl. Kiesels..

[2]) Bei Port-à-l'Anglais; von Bussy, Wurtz u. Ville dreifach (1861) untersucht. Auch noch unlösliche thonige Theile 2,16. Das W. des Reservoirs von Passy (P) u. des Reservoirs von Montmartre (M) enthielt nach Hervé Mangon:

	P	M
Cl	,06	,04
SO^3	,51	,48
KO, NaO	,11	,1
NH^3	,006	,003
MgO	,08	,09
CaO	1,07	1,04
Al^2O^3, Fe^2O^3	,06	,19 etc.
	2,99	3,03
einschliessl.	,14	,16 unlösl. thonigen Rückstand.

Luft (reducirt auf 0° u. 760 M.)		
CO^2	122	142
N	158	159
O	65	45 Z.T. Vol..

[3]) Incl. Thonerde u. Mang..

[4]) Gebundene CO^2.

Zu §. 81. Liebig analysirte ein Sumpf-W., worin Wasserlinsen wuchsen. Das W. gab 4,15 Z.T. Rückstand. Dieser enthielt nach der angegebenen procentarischen Zusammensetzung (wobei freilich nur 76,5 Procente angegeben sind) folgende Substanzen:

Kali	,165	Phosphorsäure	,109
Natron	,02	Schwefelsäure	,343
Chlornatrium	,419	Kieselsäure	,134
Magnesia	,509	Summe	3,18.
Kalk	1,452		
Eisenoxyd	,03		

Bemerkenswerth ist der Reichthum an Mineralbestandtheilen, der nach Liebig über zehnmal so gross ist als in Drainwässern u. 25--30 mal so gross als im Quellwasser (welchem?). Dieser Reichthum rührt offenbar von den verwesten Pflanzen her, die ihre Nahrung allerdings vom Boden des Sumpfes früher empfangen haben. Wenn der Schlamm des Sumpfes aber einmal mit den absorbirbaren Mineralbestandtheilen gesättigt ist, so bleiben die später dem W. mitgetheilten dann

natürlich in Lösung. Bei dem Versuche stellte sich auch heraus, dass dieses kalihaltige Sumpf-W., wenn es durch Erde filtrirt wird, die etwa 1 F. ab vom Rande des Wasserbeckens genommen worden ist, seinen Kaligehalt nicht verliert, während dem nämlichen W. das Kali von jeder andern Erde mit Schnelligkeit entzogen wird. (Chem. Centralbl. 1858.) Ein von Gorup-Besanez analysirtes Teich-W., worin Trapa natans wuchs, enthielt 0,801 Z.T. f. G., darin:

Kali	,073	Chlor	,0095
Natron	,074	Schwefelsäure	,137
Magnesia	,117	Kieselsäure	,0153.
Kalk	,341		
Eisenoxyd	,009		
Mn^3O^4	,001		

Zu §. 82. Süsswasser-See'n. Der Lough-Neagh in Irland hat nach G. Bischof (1832): Lösl. Theile 0.52 (Chlor für Kochsalz 0,327), unlösliche 2,05—2,28 (Magn. Spur, kohlens. Kalk 0.17—0,19, Eisenoxyd 0,02—0,026, Kiesels. 0.014—0,013), schwebende Theile 0,09.

Zu §. 83. Einige wenige Beispiele der Mineralisirung gemeiner W. folgen hier.

St. Winefred's Brunnen bei Holy-Well nach Barrat (1859). 11°1. Spez. Gew. 1001,5. *Na Cl 0,347, Mg Cl 0,195, $MgO\,SO^3$ 0,302, $CaO\,SO^3$ 0,401, $CaO\,CO^2$ 2,605, SiO^3 0,391; Fest. Geh. 4,24. CO^2 1.477.

Pensacola. Der Brunnen mitten in Pensacola hat nach Avequin (1859) nur 0,22 Z.T. f. G.: Na Cl 0,03, $NaO\,SO^3$ 0,04, MgO u. $CaO\,CO^2$ 0,05, SiO^3 0,08, organische Substanz 0,02.

Ben Rhydding, Abdachung von Rombalds Moor, Yorkshire. 5°5. Spez. Gew. 1001,29. Na Cl 0.131, $NaO\,SO^3$ 0,073, $CaO\,SO^3$ 0,328, kiesels. Kalk 0,188; Fest. Geh. 0,72. Spuren von Mg.

Es sind absichtlich sehr schwach mineralisirte W. gewählt.

Zu §. 84. Neuere Analysen von Süsswasser-Thermen: Plombières nach Moissenet (1860), Dames (D), ferrugineuse (f), u. Franz-Josephs-Bad von Tüffer (T) nach Wertheim (1860). In letzterem W. noch Spuren PO^5.

	D	f	T
Cl H	,079	,077	[Cl ,045]
SO^3	,498	2,498	,372
SiO^3	,61	1,	,215
CO^2, 1. Atom	,301	,49	2,58
„ , fernere	,265	,646	
KO	,045	,173	,033
NaO	,82	,326	,22
MgO	,075	,2	,554
CaO	,15	1,166	,672
Al^2O^3	,075	1,433	,029
Fe^2O^3	Spur	Spur	[FeO ,015]
Fester Gehalt	2,514	5,5	3,04.

Das W. von Sittakund, einige Meilen von Mongio, hat merkliche Spuren von Borsäure. Weder Chlor noch Kalk ist vorhanden. Chlorbaryum macht eine unmerkliche Trübung, essigs. Blei einen in Salpeters. löslichen Niederschlag. Fest. Geh. 2 Z.T.. Spez. Gew. (1002, wohl) 1000.2. (Kastner's Arch. VII.)

Zu §. 87. Erhöhung der Löslichkeit durch ein anderes Salz. Kiesels. Kalk u. kiesels. Magnesia können durch kiesels. Natron, Thonerde durch kiesels. Kalk aufgelöst werden. (Mulder.) Kiesels. Alkali ist ein Lösungsmittel für kiesels. Thonerde, Thonerde-, Eisenoxydhydrat.

Zu §. 89. Beschränkung der Löslichkeit. Wenn man Polyhalit (eine bestimmte atomistische Zusammensetzung von schwefels. Kalkerde, schwefels. Talkerde, schwefels. Kali u. W.) mit kaltem W. behandelt, so lösen sich vorzugsweise schwefels. Talkerde u. schwefels. Kali in geringer Menge auf, wogegen das durch geringes Erhitzen von seinem W.-Gehalte befreite Salz vom W. in weit grösserer Menge aufgelöst wird, so dass also das Krystallwasser die Auflösung verhindert.

Aehnliches geschieht bei mehreren Doppelsalzen, die aus einem schwer löslichen u. einem leichter löslichen Salze bestehen. (H. Rose.)

Es werden die löslichen Salze in manchen Silicaten, wie Chlornatrium im Sodalit, schwefels. Natron im Nosean, schwefels. Kalkerde im Hauyn, kohlens. Natron im Cancrinit, durch eine grosse Menge, namentlich kochenden Wassers, aus dem gepulverten Minerale, obgleich sehr schwer ausgezogen; ebenso Chlorcalcium aus Chlorapatit.

Zu §. 90. Durch Umwandlung löslich gewordene Stoffe. Wenn kohlens. Baryt durch Ammoniumchlorür gelöst wird, bildet sich Baryumchlorür, wenn Baryumsulfat mit Natriumcarbonat übergossen wird, bildet sich kohlens. Baryt. So sind auch die Lösungen von schwefels. Strontian in Chlorverbindungen durch gegenseitige Zersetzung zu erklären. Chloraluminium zersetzt den kohlens. Kalk unter Entwicklung von CO^2 u. Fällung von Thonerde, wobei Chlorcalcium in Lösung kommt.

Zu §. 94. Eindringen des W. ins Gestein. „Die Gewässer fliessen nicht blos durch Spalten, Klüfte u. zwischen Schichtungsflächen im Gebirgsgesteine, sondern sie dringen auch durch dieses selbst. Wir unterscheiden hierbei das Eindringen der Gewässer in die capillaren Zwischenräume zwischen den krystallisirten oder amorphen Mineralien u. der Grundmasse von dem Eindringen in diese Mineralien selbst. Je grösser diese sind, wie in den grobkörnigen Graniten, Syeniten, Trachyten, Conglomeraten u. s. w., desto leichter dringen die Gewässer in jene capillaren Zwischenräume. Die sehr feinkörnigen sedimentären Gesteine, wie namentlich die Thonschiefer, werden in der Richtung der Schieferungsflächen leicht von den Gewässern durchdrungen, aber schwierig in der Richtung, welche auf die Schieferungsflächen senkrecht steht. Beim Eindringen der Gewässer in die krystallisirten Mineralien folgen dieselben den Spaltungsflächen“.... „Zerschlägt man nach anhaltendem Regen, besonders im Frühjahre, krystallinische Gesteine, deren Gemengtheile nur einigermassen von grobem Korn sind: so findet man die Bruchflächen mehr oder weniger feucht. Diese Feuchtigkeit zeigt sich nicht blos zunächst unter den, der Witterung exponirten Steinflächen, sondern man nimmt sie auch beim Durchschlagen fussgrosser Blöcke wahr“.... „Keineswegs ist diese Porosität nur grobkörnigen krystallinischen Gesteinen eigen, sie zeigt sich auch bei sehr feinkörnigen, wie namentlich beim Basalte; nur in einem geringeren Grade.“ Der Basalt zeigt zuweilen W.-Tröpfchen auf frischen Bruchflächen. Nicht selten finden auch die Arbeiter beim Unkler Basaltbruche in Höhlenräumen des Gesteins bedeutende Ansammlungen von W.. Auch die Lava zeigt zuweilen Tropfen auf den Bruchflächen, insofern sie nicht glasartig ist. (Bischof's Geol. I, 206.)

Das Eindringen des W. in scheinbar feste Gesteine zeigt sich zuweilen in den chemischen Wirkungen, z. B. in ockergelben Flecken im Innern des Basaltes (Eisenoxyd), oder durch einen CO^2-Gehalt ganz im Innern. Die Gesteine, welche nach nasser Witterung auf den Bruchflächen sich feucht zeigen, sind auch eben die, deren Bruchflächen mit Säuren Aufbrausen zeigen. Mit Hülfe der Luftpumpe kann man verdünnte Säure bis in das Innere solcher Steine einführen. Das Verwittern mancher Quarze zeigt, dass auch diese so dichten Steine durchdringbar sind.

Fast nur solche Gesteine brausen, durch aufgenommene CO^2, wenn Säure aufgetröpfelt worden, welche kiesels. Kalk enthalten. (Bischof.)

Zu §. 96. Auflösung der Gesteine. Aus Granit konnte Göttl mit kohlens. W.: Natron, Kali, Magnesia, Mangan, Eisen, Chlor, Fluor, Schwefels., Phosphors. u. organischen Stoff ausziehen.

Delesse (Jahresber. üb. 1861) zeigte, dass Bergkrystall u. viele Silicate durch die Wirkung des überhitzten W.-Dampfes u. die daher rührende Anflösung an Gewicht abnehmen.

Wenn Bunsen kohlens. W. auf Pulver von Pelagonit einwirken liess, so gingen in Lösung:

Kohlens. Kali	,015	
„ Natron	,445	
„ Magnesia	,35	
„ Kalk	1,173	
Kieselsäure	,954	
Fester Gehalt	2,937	Z.T. des W.
Zweit-atomige CO^2	,889.	

Zu §. 97. Zersetzung der Silicate. Es ist nicht im Mindesten zu bezweifeln, dass beim Verdunsten der im höchsten Grade verdünnten Auflösungen alkalischer Silicate, welche durch die Gesteine filtriren, Zersetzungen in übersaure u. überbasische Silicate stattfinden werden. Wenn Gewässer zersetzend u. auflösend auf Mineralien wirken, werden sie übersaure u. überbasische Silicate hervorrufen, wovon sie die löslichen fortführen, die minder löslichen zurücklassen.

Kiesels. Natron wird durch kohlens. Kali zersetzt (G. Bischof I. 73).

Kiesels. Kalk wird durch kohlens. Alkali zersetzt (Bischof I, 41).

Kiesels. Kalk wird durch schwefels. Magn. zersetzt; man nimmt diese Zersetzung wahr, wenn man künstliches Kalksilicat in siedendem W. auflöst u. eine concentrirte Lösung von schwefels. Magnesia zusetzt, wobei Kalksilicat niederfällt (I, 75). Ebenso wird kiesels. Kalk durch Chlormagnesium zersetzt (I, 76).

Wird CO^2 durch eine Lösung von kiesels. Magnesia oder kiesels. Kalk geleitet, so wird die Lösung nicht getrübt, da die Carbonate löslicher sind als die Silicate, aber nach der Abdampfung braust der Rückstand mit Säuren. Selbst suspendirter kiesels. Kalk wird so zu Carbonat verändert. Kiesels. Magn. wird aber nicht durch kohlens. Alkali zersetzt. (G. Bischof.)

Das allgemeine Vorkommen des kohlensauren Eisenoxyduls in Gewässern leitet auf die Annahme, dass kiesels. Eisenoxydul durch CO^2 zerlegt werde. Jedoch meint Bischof, weil kiesels. Eisenoxydul selbst durch kochende Salzsäure nur schwierig zerlegt werde, sei zu erwarten, dass es auch neben freier CO^2 bestehen bleibe. Auch wird Eisenoxydsilicat nicht durch schwefels. Magnesia oder Chlormagnesium zersetzt.

Thonerde-Silicate werden durch Chlorcalcium oder schwefels. Kalk zersetzt; Chloraluminium oder schwefels. Thonerde werden gebildet; es wird auch kiesels. Kalk gelöst. Ebenso werden Thonerdesilicate durch Chlormagnesium oder schwefels. Magnesia zersetzt, unter Bildung von kiesels. Magnesia. (G. Bischof I, 1863, 77.) Eisenoxydul-Bicarbonat ist im Stande dem Thonerde-Silicat Kiesels. zu entziehen (I, 87).

HS zersetzt die Silicate von Zink- u. Bleioxyd, wobei sich Schwefelmetalle bilden u. Kiesels. ausgeschieden wird. Ebenso werden die Silicate von Kupfer-, Nickel- u. Silberoxyd zersetzt, aber die gebildeten Schwefelmetalle lösen sich im *HS*-W. auf.

Zu §. 101. Wärme befördert die Auflösung. Apophyllit löst sich ohne Zersetzung in sehr heissem W. (Wöhler), während kaltes nicht im Mindesten einwirkt (Bunsen). S. 163 wurde die Wirkung des W. auf den Pelagonit erwähnt. Mulder bemerkt, dass in den Originalzahlen ein Druckfehler sein müsse, weil die Summirung nicht stimme.

Zu §. 109. Wässerige Bodenextracte. Nach Verdeil waren im Durchschnitt von 10 Bodenarten Procente der auflöslichen anorganischen Bestandtheile:

Chlorkalium u. Chlornatrium	7,6
Kali u. Natron, an SiO^3 gebund.	5,
Magnesia (nur in zweien)	7,5
Kohlens. Kalk	26,9
Schwefels. „	31,1
Phosphors. „	6,7
Eisenoxyd	1,6
Thonerde	0,3
Kieselsäure	13,6.

Grouven zog 10000 Theile Erde mit dem dreifachen Gewicht W. aus; er erhielt aus magerm Sandboden (I), Gartenboden (II u. III):

	I	II	III
Kali	,05	,69	,89
Natron	,357	,46	,76
Magnesia	,062	,16	,3
Kalk	,84	2,34	1,73
Eisenoxyd	,101		,08
Thonerde	,078		,04
Chlor	,007	,15	,27
Schwefelsäure	,152	,09	,57
Kohlensäure	,92	1,1	,9
Kieselsäure	1,992	3,84	1,35
Organisches	1,01	3,06	2,17
Summen	5,29	11,56	9,84 Z.T. des Bodens.

R. Hoffmann zog aus verschiedenen Bodenarten 0,5—13 % anorganischer Substanzen aus; kaltes W. nahm oft 1—2, öfter 4—5 % aus ihnen auf. In den zu Tharand angestellten Versuchen wurde mit kaltem u. warmem W. bis zu 0,169 % (des Bodens?) anorganischer Substanz gelöst.

Zu §. 110 (S. 178). Kiesels. Kali bildet mit löslichen Kalk- u. Magnesia-Salzen Doppelsalze, unlösliche Verbindungen, worin Kiesels. u. Kalk zurückgehalten werden, selbst wenn man Tage lang mit W. auswäscht. (Mulder.)

Zu §. 112. Abnahme des Salzgehaltes. H. M. Witt (J. f. prakt. Chem. 70. B., 134) kommt durch seine Untersuchungen zu dem Resultate, Sand könne aus durchfiltrirenden Flüssigkeiten auch in Lösung befindliche Salze ausscheiden; auch organische Substanzen könne der Sand aus der wässerigen Lösung entfernen.

Zu §. 113. Geiger wollte in einem thermalen Salzwasser von Methana 1,18 Z.T. Gewicht freies Chlor gefunden haben.

Zu §. 114. Mangel des Kochsalzes in Wässern. Frei von Chlor sind nach Lang die Thermen von Bajmócz u. Belitz, letztere auch von Kali u. Natron. Vauquelin fand im W. von Craveggia kein Chlor, wohl Natron.

Zu §. 115. Auslaugung des Kochsalzes. Göttl löste Kochsalz aus dem Karlsbader Granite mit CO^2 auf.

Kochsalzgebirge. Noch grössere Salzmassen, als S. 187 erwähnt wurden, sind in den langen Salzketten nördlich u. südlich vom Himalaya, wo bei Knallabaugh die Strasse weithin in 100 F. hohe Steinsalzfelsen eingehauen ist, u. diese werden noch übertroffen durch die Salzgebirge, welche den 218 engl. Meilen langen Salzsee von Titaca in den peruanischen Anden umgeben.

Zu §. 121. Das wichtigste Salzlager der Schweiz liegt auf der linken Rheinseite u. erstreckt sich von Ryburg bei Rheinfelden bis gegen Basel. In Schweizerhall zwischen Basel u. Augst wurde das ca. 50 F. mächtige Steinsalzlager im J. 1836 erbohrt, in Rheinfelden 1844, in Ryburg 1847. An den beiden letzten Orten soll es etwa 50 Fuss mächtig sein u. liegt in 480 F. Tiefe, in Schweizerhall bei 420 Fuss. In den schweizer Salinen leitet man durch die Bohrlöcher W., welches das Salz auflöst; das gebildete Salz-W. wird dann in die Höhe gepumpt u. versotten. In Schweizerhall gewinnt man so jährlich 145, in Rheinfelden 70, in Ryburg 65 Tausend Zentner Kochsalz. Dazu kommen noch 46 Tausend, welche die Salinen von Bex produciren, deren Salzstock im Keuper liegt. Die beiden Hauptgruben sind hier die „Mine du Fondement" u. „Mine de Bouillet", deren Eingänge in dem wild-romantischen Gryonne-Thälchen liegen. Die erstere besitzt viele Stollen u. Schachte, die letztere einen Stollen von 6600 F. Länge; in ihnen sind grosse runde Behälter, in welchen die Soole gesammelt wird. Es wird der Salzfels gesprengt u. die Stücke in jenen Behälter durch zugeleitetes Süss-W. aufgelöst. Die 25—26procentige Soole wird sogleich versotten, die salzarme vorher noch gradirt. Die Sied- u. Gradirhäuser befinden sich theils in Bevieux in der engen Schlucht des Alençon, theils in Devens, einem Weiler des Gryonnethales. Die schweizer Salinen decken das Bedürfniss des Landes nur etwa zur Hälfte. (Nach Heer Urwelt der Schweiz, 1864.)

Zu §. 125. Chlorcalcium kann sich durch das Zusammentreffen von kohlens. Kalk u. Chloraluminium oder von Kalksilicat u. Chlormagnium bilden (Bischof I, 76). Dagegen werden Chlorcalcium u. Chlormagnium wieder von Alkali-Silicaten zersetzt.

Zu §. 129. Das todte Meer*) ist durch seine Tieflage (419 M. unter dem Niveau des Mittelmeeres) merkwürdig. Es hat keinen Abfluss; das schon

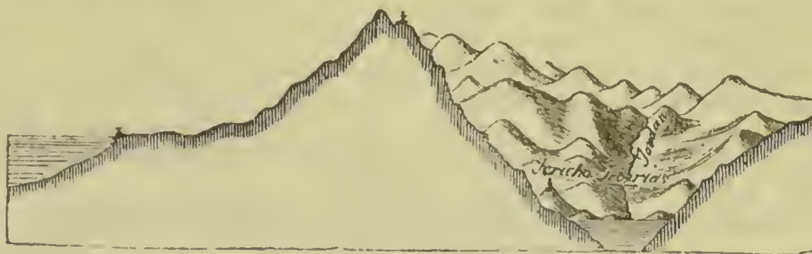


Fig. 27. Todtes Meer.

ziemlich salzige W. des Jordans, was hineinfliesst, verdunstet wieder u. vermehrt so seinen Salzgehalt. (Cf. S. 123.) Die Verdunstung muss in diesem Landstriche, wo es fast nie regnet, stark sein.

Todtes Meer nach A. Genth (1859) u. Boutron u. Henry (Journ. de pharm. 1852. XXI, 161):

	G	B
Brommagnium	53,41	Spur
Chlornatrium	758,39	700,3
„ kalium	100,87	16,6
„ magnium	1016,36	569,6
„ calcium	289,88	68,
Schwefels. Kalk	9,01	23,3
Kohlens. Kalk	,42	
Org. stickst. Subst.	,52	20,†)
Fester Gehalt	2230,86	1493.
Spez. Gewicht	1182,3.	

Suspendirt waren (G)

Eisenoxydhydrat	0,87
Thonerde	1,13

Thonerde spurweise gelöst.

Zu §. 130. Brom. Eine Kohlenwasserstoffqu. in Caledonien enthält ausser etwas Jod noch 0,151 NaBr auf etwa 10 Kochsalz.

Zu §. 136. Jod in Mineralwässern. Das Salz-W. von Savarola enthält nach Giorgini (1862) Jod 12,7 Z.T. neben Brom 2 Z.T..

Das W. von Gebangan liegt an der NNO-Seite des Dieng auf Java u. ist eine Salzqu. von 142—185 f. G., welche auch etwas MaCl u. CaCl enthält; sie hat nach 3 Analysen 0,532—0,78 Jodmagnium, höchstens 0,71 Jod. In ihrer Nähe liegt ein bläulich grauer Thon. Die Salzqu. Asinan, 3 Palen NNO von Bedaka auf Java, zeigte in der alten Qu. 0,69 Jod, in der neuen 0,67.

Unter den alkalischen Qu. Java's sind noch mehrere mit Jodnatrium (bis zu 0,933 NaJ = 0,79 J) verzeichnet; drei sind durch einen grösseren Gehalt von

*) „Immenso ambitu est specie maris, sapore corruptior, gravitate odoris accolis pestifer" sagt Tacitus. Die Analysen von Boussingault (Compt. rend. XLII, 1230), Herapath (Quat. J. of Chem. Soc. II, 336), Marchand (Poggend. Ann. LXXVI, 462) u. A. sind oben mitgetheilt. Bei Bischof steht in der Analyse von Marchand als Summe auch 2177 u. als direkte Bestimmung 2167,3; die Einzelzahlen, worin also wohl ein Fehler ist, geben 2377.

†) Kiesels. u. Organisches; aber noch bituminöse Substanz 95,3! Das W. war am westlichen Ufer 2 Stunden vom Jordan geschöpft.

Jod ausgezeichnet; sie gehören zu den Thermen, die am Fusse des Lawu bei Pablingan, Residentschaft Surakerta, aus zersetztem Trachyt hervorkommen; sie enthalten nach Waitz 1,2, 2,196, 5,065 Jodnatrium (letzteres = 4.29 J); u. enthalten mehr oder minder Kochsalz. Die stärkste Jodqu. oder alle sind Schlammquellen.

Im Kaukasus soll das W. von Laugenberg unweit Piätigorsk viel Jod enthalten; auch die W. von Piätigorsk halten etwas Jod (0,021: Fritsche 1854).

Zu §. 139. Göttl löste aus Granit mit kohlensaurem W. Fluor auf.

Fluornatrium in wässeriger Lösung zersetzt sich gegenseitig mit Thonerde-Silicat oder Kalk-Silicat (wobei die Flüssigkeit alkalisch reagirt durch gebildetes kiesels. Natron). Schon in gewöhnlicher Temperatur findet diese Zersetzung statt. Auch zusammengesetzte Silicate bewirken sie. Schwieriger ist die Zersetzung des Magnesia-Silicates durch Fluornatrium. Letzteres zersetzt auch phosphors. Kalk in wässeriger CO^2 gelöst. (Bischof Geol. I, 1863.)

Flussspath wird durch andere Mineralien häufig verdrängt.

Zu §. 140. Schwefelkalium u. Chlormagnesium zersetzen sich in wässeriger Lösung so, dass unter Bildung von Magnesiahydrat *HS* u. Chlorkalium entstehen. Selbst sehr verdünnte Lösungen von Schwefelbaryum u. Chlormagnesium machen vereinigt noch eine merkliche Trübung, wobei auch Magnesiahydrat u. *HS* gebildet werden. In ähnlicher Weise trüben sich auch verdünnte Lösungen von Schwefelbaryum u. Chlorcalcium, wobei Kalkhydrat u. *HS* erzeugt werden. Selbst das schwerlösliche Schwefelcalcium bringt in einer concentrirten Lösung von Chlormagnesium eine Trübung hervor. (G. Bischof)

Zu §. 160. Schwefel als Absatz aus den Schwefelwässern unter Pujo bei Garigliano, bei Sanno u. bei Castel a Mare fand Breislak.

Das stark nach *HS* riechende W. von Lubin hat in einem mit Torfgrund umgebenenen Moraste nach u. nach 500 Zentner Schwefel angehäuft. Unter der Dammerde liegt zersetzter Gyps mit Drusen, worin grauer Schwefel sitzt, sowie ihn die Qu. auswarf. Der nicht selten in Braunkohlen gefundene Schwefel hat sich wohl in ähnlicher Weise aus Sulfaten gebildet.

Der weisse Schlamm im Quellbassin zu Weilbach enthält, von Fresenius geprüft, 90 % Schwefel u. organische Substanz.

Zu §. 162. Schwefeleisen. Saure u. selbst neutrale Eisenoxydulsalze werden durch *HS* nicht zersetzt. *HS* zersetzt das in W. suspendirte kohlens. Eisenoxydul leicht, das darin gelöste aber erst, wenn er in grösserer Menge durchgeleitet wird. Die schwache CO^2 hindert hier, wie die stärkeren Säuren, die Fällung des Eisens. Allmälig wird die CO^2 durch *HS* verdrängt, u. die Bildung von Schwefeleisen erfolgt. Atmosphärische Luft verdrängt auch die CO^2 u. begünstigt so die Fällung; wobei erst später Oxydation des Eisens eintritt. Auch wenn man die freie CO^2 durch Alkali neutralisirt, erfolgt die Trübung auf der Stelle; selbst der unlösliche kohlens. Kalk thut dies.

Wurde die von Schwefeleisen schwarze Flüssigkeit durch thierische Kohle filtrirt, so zeigte sich, dass sie, obgleich sie stark nach *HS* roch, doch noch kohlens. Eisenoxydul enthielt.

Als die Abscheidung des Eisens begann, enthielt die Flüssigkeit 0,129 Z.T. *HS*.

Das ausscheidende Schwefeleisen u. dessen ockergelbes Oxydationsprodukt ist so fein zertheilt, dass es selbst nach mehreren Tagen nicht zum Absatze kommt u. selbst durch wiederholtes Filtriren nicht abgesondert werden kann.

An einigen Sauer-W. von Burgbrohl fand man schwarzgelben, metallisch glänzenden, meist unkrystallinischen Eisenkies, in welchem irgend ein Pflanzenstengelchen oder Holzsplitterchen enthalten war. Er ritzte deutlich Glas; die chemische Analyse liess ihn als reinen Eisenkies erkennen. Das W. enthielt 0,33 schwefels. Natron. (Bischof in Schweigger's J. 64. B., 331.)

Das M.W., woraus sich auf den mit Zucker versetzten Krügen in Zeit von 13 Monaten Schwefeleisen bildete, enthielt 1 Z.T. schwefels. Natron; nachdem sich Schwefeleisen in schwarzen Flocken ausgeschieden, trübte es sich mit Chlorbaryum kaum noch merklich. Die Analyse zeigte, dass die Flocken nahe die Zusammensetzung des Eisenkieses hatten, der aber mit 50,4 % Kiesels. gemengt war, die beim

Glühen verglimmte u. 13 % an ihrem Gewicht verlor u. die schwarze Farbe in eine weisse verwandelte. (Bischof Geol. I.)

Schwefeleisen ertheilt dem Thone der isländischen Schlamm-Pfuhle eine blauschwarze Farbe. Bisweilen setzt es sich, in Gestalt eines schwarzen Pulvers von den isländischen Qu. zu Tage geführt, in sandiger Form ab.

Schwefel aus *HS* gebildet. An den Wänden der Spalten der Solfatara von Puzzuoli, aus welchen warmer *HS* hervordringt u. wo er sich mit der Atmosphäre mischt, erblickte Breislak (gegen 1792) kleine W.-Tropfen u. in denselben gelbe Staubpünktchen (Schwefeltheilchen). Er richtete in der Solfatara einen künstlichen Springbrunnen ein, welcher täglich mehr als 300 Pinten W. lieferte, indem er den *HS* in Röhren circuliren liess, wobei die innern Wände derselben sich nach einiger Zeit mit Schwefelkrystallen bedeckten. (Auszug in Gilbert's Ann. V.)

„Die Schwefelgruben der Insel Martinique, St. Vincent, sowie diejenigen des Pics von Teneriffa liefern hauptsächlich nur Schwefel, wie es scheint, mit etwas Salpeters. gemengt.“ (Vogt Geol. II.)

Die Solfatara bei Urum-tsi in der chinesischen Tartarei soll 15 Stunden im Umfang haben. Die Solfatara Dafane in Abyssinien soll auch gross sein. Am Ufer des rothen Meeres zu Bahar el Saphinque ist eine bedeutende Solfatara, aus welcher man im Jahre 1850 über 12000 metr. Zentner Schwefel förderte u. im nächsten Jahre die doppelte Ausbeute hoffte. Die sogenannte Schwefelerde vom Berge Büdös in Siebenbürgen, der als eine Solfatara angesehen werden kann, ist eine lehmige Masse mit 47—64 % Schwefel.

Oefters ging die zersetzte Schwefel-Verbindung aus einem Sulfate hervor. Auf Sicilien sind trotz des ungeheuren Schwefel-Reichthums dieser vulkanischen Insel keine eigentlichen Solfataren zu finden. Der Schwefel kommt gewöhnlich im Wechsel mit Kalkstein, Mergel u. Thon, auch in der Nähe grösserer Gypsmassen vor. Alle bekannten Steinsalz-Niederlagen begleiten dort den Schwefel. Dieser findet sich theils in Löchern des zerfressenen Kalksteins, theils in Gangtrümmern dieses Gesteins; seine Verbreitung ist wohl immer an grössere Klüfte u. an das Vorkommen von Kalkspath geknüpft. Auch Strontian, selten schwefels. Kalk findet sich damit vereinigt. In der Schwefelgrube Cara Pepe sind 1—2 F. lange Gypskrystalle, die durch infiltrirtes W. gebildet sein müssen. Ohne Zweifel ist es aus dem Meere abgelagerter Gyps u. W.-Dampf, welche den *S* erzeugen. In der Solfatara grande fand Hoffmann 35° Wärme. Die Schwefeldrusen beginnen erst in ansehnlicher Tiefe unter der Oberfläche. Auch in Spanien u. in den Pyrenäen u. im nördlichen Europa kommt Schwefel mit Steinsalz u. Gyps vor.

Zu §. 164. Bildung von Sulfaten aus *HS*. Breislak führt mehrere Beispiele der Bildung von Gyps aus Kalkstein bei Schwefel-Quellen an. (Géol. II, 164.) Gewisse Grotten (z. B. die Zoccolino-Grotte in Toskana, eine Höhle am Aetna) sind durch die Bildung von Schwefels. ausgezeichnet.

Die Bildung von Gyps aus *HS* ist bei den Vulkanen eine allgemeine Erscheinung. In den Fumarolen in Toscana, die den kohlens. Kalk in Gyps umwandeln, war nach Dumas zwar keine freie Säure mehr zu finden, die geringe Menge des darin vorhandenen *HS* muss gleichwohl SO^3 gebildet haben. (Vgl. Coquand in Bull. géol. VI, 91 u. Jahresber. 1849 über die Bildung von Schwefel. Anhydrit, Alaunstein in den Solfataren, Alaungruben u. Lagoni in Toscana.) An den hohen Felsengestaden von St. Calogero auf Lipari, die aus vulkanischem Tuff bestehen, bilden sich durch Einwirkung der schwefligsauren Dämpfe Alaun, Gyps u. andere Sulfate; auch Chlorammonium u. zarte Krystalle von Boraxsäure, dunkelgefärbte, weiss, roth u. gelb gewordene, gefleckte u. gestreifte Thone. Gänge von Kalzedon u. Opal etc. sieht man dort. (Mantell Phänom. d. Geol. II, 1839.) Eine Lavabank ist in ein dichtes, grobkörniges, farbloses Gestein durch durchfiltrirende Schwefelsäure-haltigen Gewässer umgewandelt worden; das Gestein behielt seinen Zusammenhang, obwohl das Eisen daraus weggeführt wurde. Die ganze Tuffmasse in der Nähe der Fumarole ist von schneeweissen oder blassrothen Gypstrümmern durchzogen oder mit einer Gypskruste überdeckt. Auch an vielen andern Orten, so wie auf der Insel Vulcano findet sich Gypsbildung unter ähnlichen Verhältnissen u.

zeigt sich überall an den Abhängen einer fast stundenlangen Küste bis über 200 F. Höhe. — Im Hauptkrater der Insel Vulcano finden sich zahlreiche, von den Dämpfen umgewandelte Gesteine, die gleichwohl ihre Festigkeit behalten haben, sowie Vitriolkrusten u. Alaunstein. — In der Solfatara von Puzzuoli besteht schon seit langer Zeit eine Alaun- u. Schwefel-Fabrik.

Das Gestein der Solfatara von Guadeloupe wird nach Deville so verändert, dass das Alkali u. die Magnesia fast völlig, Kalk u. Eisen weniger fortgeführt werden. Etwas vermehrt zeigte sich die Kiesels.; sie war aber dies wohl nur relativ zum Ganzen, da Thonerde um das Doppelte vermehrt war u. auch diese doch wohl sich vermindert haben muss. In den Höhlungen des Berges finden sich als Zeugen dieser Veränderungen Gypskrusten, bisweilen Alaun u. Kieselsinter, auch Eisenvitriol. Die daraus entspringenden Qu. enthalten Schwefelnatrium, andere haben einen beträchtlichen Gehalt an Eisen. Deville konnte ähnliche Umwandlungen dadurch erreichen, dass er *HS*, atmosphärische Luft u. W. auf Gesteinsbrocken mehrere Monate lang einwirken liess.

Im Valle Murcia ist ein hundertfacher Wechsel zwischen Gypstafeln u. Tuffplatten zu beobachten; letztere sind auch von Gypsadern durchzogen.

Eine Bildung von Sulfaten aus freier Schwefels. u. letzterer aus Eisenkies soll angeblich zu Cheltenham constatirt sein.

Zu §. 166. Vulkanische Exhalationen mit *HS*. Die Gas-Exhalationen von Monte Cerboli, wovon (1) die unterste 92°5, (2) die oberste 91°2 warm ist, enthielten nach Deville u. Leblanc (Compt. rend. XLVII, Jahresber. für Chem. 1856 u. 57).

	1	2	2 bis
CO^2	91,6	90,7	85,1
HS	4,1	3,7	
N etc.	4,3	5,6	12,2
O	0,	0,	2,7.

Dem *N* waren Wasserstoff u. Sumpfgas beigemengt.

Die Gas-Emanationen der Schlucht der Possera enthielten:

	1.	2. Emanation
CO^2	92,68	87,67
HS	1,62	2,13
N etc.	5,49	9,15
O	,21	1,05.

Der Gehalt an *H* u. Sumpfgas war geringer. Zwei am Orte selbst vorgenommene Analysen ergaben 6,4—5,1 *HS* auf 93,6 u. 94,9 CO^2.

Artesische Brunnen am Monte Cerboli stossen ein ähnlich gemischtes, 97°5 heisses Gas aus mit 1,6—1,95 *HS*; meistens war es CO^2.

Im obern Theile des Posserathales ist eine 82°5 heisse Emanation, die deutlich nach Steinöl riecht u. *HS* enthält, sonst aber:

CO^2	81,1
N	13,3
O	2,9
H	1,3
C^2H^4	1,4.

An der obern Grenze der Fumarolen im Bette der Possera entspringen die 47°5 warmen Bagni a Morbo, wovon die Qu. della Perla neben CO^2 auch *HS* entwickelt.

Ausserdem untersuchte Deville noch folgende Emanationen: Gase A von Castelnuovo. B von Lago, a, b San Federico, c Lago, d San Eduardo (artes. Brunnen), C von Monte Rotondo, D, a, b Sasso.

	A a	A b	B a	B b	B c	B d	C	D a	D b	
Wärme	94°	94°	94°5	94°5	89°	100°	96°	95°5	95°5	
CO^2	88,2	90,3	89,8	88,8	88,1	84,2	88,6	88,	90,5	
HS	6,9	4,6	3,8	3,6	3,6	3,3	1,1	3,9	2,2	
O	,6	,6		,2	,3	1,1	,3	,7	,4	
$N+H+C^2H^4$	4,3	4,5	6,4	7,1				7,1	6,9	
N		37,1		14,6	1,7	5,8	1,6		37,55	Pro-
H		25,1		68,1	4,3	3,	4,6		34,05	zente.
C^2H^4		37,5		17,3	2,	2,6	3,8		28,4.	

Die Solfataren von Krisuvik, Reykjahlidh u. Reykjavik stossen ein Gas aus, das grösstentheils aus CO^2, theils auch aus HS u. H, zu einem geringen Antheile auch aus N besteht.

Eine Qu. in der Nähe einer Exhalation der Solfatara von Krisuvik (1) u. 2 kleine kochende Qu. im Schlammboden derselben Solfatara (2 u. 3) entwickelten, als Bunsen sie untersuchte, folgende Gase

	1	2	3
CO^2	88,24	88,51	86,92
HS	6,97	1,79	3,28
H	4,4	7,87	8,36
N	,69	1,8	1,44.

Beim Vulkane von Cumbal, sowie beim Aetna u. in den Spalten des Puracé hat man bemerkt, dass an den heissesten Stellen sich Schwefligsäure-Gas, an den weniger heissen HS entwickelt. Letzterer zeigt sich aber auch zuweilen in Flammen. Die HS-Exhalationen sind bei Vulkanen ganz allgemein; ein Beispiel bieten die canarischen Inseln, weitere die unter bedeutenden HS-Entwicklungen aus dem Meere an der Südküste Siciliens (1831) erhobene Insel u. die im Anfange des vorigen Jahrhunderts aus dem Meere auftauchende Neue Kameni, die noch fortwährend HS aushaucht. Die 95° warmen Fumarolen der Solfatara auf Guadeloupe bestehen aus W.-Dämpfen, die bisweilen nach HS riechen u. Schwefel absetzen.

Zu §. 167. Schwefelige Säure. Das Austreten von Schwefeligsäure-Gas bei vulkanischen Wirkungen ist nichts Seltenes u. wurde an vielen Vulkanen (Vesuv, Aetna) beobachtet; auch in den schon fast erloschenen vulkanischen Werkstätten, z. B. zu Puzzuoli u. in den Grotten bei Santa Fiora im Sienesischen.

Eine sehr saure, styptisch schmeckende, blassgrün-gelbliche Qu. der weissen Insel (Neu-Seeland) riecht nach schwefeliger Säure u. Salzsäure. Sie enthält Salzs., Chloreisen, schwefels. Eisen u. Kalk, Thonerde u. eine Spur Schwefel. (Annal. of philos. 1817.)

Zu §. 168. Wässer ohne Schwefelsäure. Mehrere Salzthermen von Niederländisch-Indien sind frei von SO^3; auch das W. von St. Alban. Das von Sittakund wird durch Chlorbaryum nur unmerklich getrübt.

Zu §. 169. Selen. Eine Schwefel-Qu. von Carratraca mit Selen u. Arsen ist beschrieben in: Salgado y Guillermo, 272 p., Madrid 1860. Im Karlsbader W. hat Pleischl u. im Abaner Schwefel schon Andrejewskiy vergeblich nach Selen gesucht.

Zu §. 170. Salpetersäure. Haines On the Presence of Nitrates in Min. Waters in Chem. News 1861, IV. 194. In Banian well zu Aden traf er 9,3 Z.T. NO^5; Giraud fand in Bhunder Kallee well zu Nassick 22,8 NO^5.

Bohlig glaubt, dass das Vorkommen des Ammonnitrites in destillirtem W., in an der Luft getrocknetem, mit W. benässt gewesenem Papier oder Zeug nur auf Kosten des im Luftraume der Destillirblase oder in der freien Luft bereits enthaltenen u. aus dieser niedergeschlagenen Salzes zu setzen sei.

Zu §. 171. Phosphorsäure. Neutraler u. basisch phosphors. Kalk, in wässeriger CO^2 aufgelöst, zersetzt kiesels. Alkalien, wobei phosphors. Alkalien gelöst u. kiesels. Kalk gefällt wird. Er wird auch durch kohlens. Alkalien zerlegt, wobei kohlens. Kalk niederfällt (wogegen aber auch wieder kohlens. Kalk mit phosphors. Alkali digerirt zersetzt werden kann). Phosphors. Kalk mit Eisenoxydulbicarbonat bildet einen Niederschlag von phosphors. Eisenoxydul u. eine Lösung von

Kalk-Bicarbonat. In ähnlicher Weise geschieht es mit schwefels. Eisenoxydul u. Eisenoxyd, u. mit schwefels. Kupferoxyd, wobei Phosphate niederfallen.

Neutraler phosphors. Kalk löst sich nur äusserst langsam in kochender Salmiak-Lösung; es entstehen Chlorcalcium u. phosphors. Kalk, nämlich CaO, 2 HO, PO^5 statt 2 CaO HO PO^5 u. NH^3.

Wird phosphors. Ammoniak in Salmiaklösung gelöst, so entstehen Chlormagnesium, phosphors. Magnesia u. Ammoniak.

Zu §. 172. Arsen. Arsenigs. Kalk ist nach Wittstein in concentrirten Lösungen von Salmiak u. von salpeters. Ammoniak löslich.

Arsenige Säure zersetzt Kalkbicarbonat (Bischof).

Ueber das arsenhaltige W. von Whitbeck s. Robinson in Lancet 1863, II, 5.

Der Soolsäuerling von Oeynhausen enthält 0,0087 Z.T. As.

Thenard hatte im W. von Montdore (Madeleine) 0.0045 As gefunden; Lefort fand in derselben Therme (W. mehrerer Qu.) 0,0041 As, obwohl bei dem angewandten Verfahren sich etwas verflüchtigt haben konnte. Viel reicher an As sind nach ihm die Quellen von Bourboule; sie haben 0.03—0,062 Z.T. As. Im dortigen grossen Bade, worin Lefort 0,053 Z.T. fand, hatte Thenard nach einer weniger sicheren Methode 0,085 Z.T. As gefunden. Die an Arsen reichste Qu. enthält eine wägbare Menge Eisen. Auch im W. von Plombières fand Lefort nur 0,002 Natronarseniat, während Henry dreimal so viel gefunden. Nach Lefort ist arsenigsaures Natron (arséniate) im W. von Bourboule vorhanden. Das W. von Vals (Dominique) hält nach O. Henry sen. 0.031 Arsen.

Sehr merkwürdig ist Guyon's Analyse des 40° warmen W. von Bou-Chater in Tunis. Das W. enthält 1,06 Z.T. Arsensäure, also 0,69 Arsen; ferner noch folgende Stoffe:

H Cl	3,356	KO	,83
SO^3	,412	NaO	3,191
PO^5	,049	MgO	,481
SiO^3	,04	CaO	,935
CO^2	,836	$Al^2O^3 + Fe^2O^3$	,03

Summe der Aequivalentquotiente der Säuren (incl. der SiO^2 u. CO^2; Aequ. der letztern zu 44 angenommen): 1,324, die der Quotiente der Alkalien 1,781; also ist das W. ein ächt alkalisches.

Als arsenhaltig werden noch angegeben: Avène, Bléville, Kolberg. Das im W. von Balaruc gefundene Arsen wird jetzt von den Bleiröhren abgeleitet; im Blei fand sich viel Arsen. Der Ocker von Sylvanes enthielt 147—157 Z.T. arseniger Säure, also 111—119 Z.T. As.

Zu §. 174. Zu den Wässern, worin man Bor spurweise entdeckt hat, gehören noch: St. Achaz, Ceneda, Egestorffshall, Giesshübl (Schneider), Heilbrunn (Köppen), Homburg (Fresenius), Karlsbad (Ragsky), Kolberg, Montpellier, Ofen, Prajan u. andere W. in Niederländisch-Indien, Rodisfort (Lerch). Im W. von Balaruc fand Béchamp 0,08 Z.T.. Im Meer-W. (bei Helgoland) wurde Bor mit der Curcuma-Probe angedeutet.

Zu §. 175. Kieselsäure. Lösliche Kieselsäure nach Graham. Eine Lösung von Kiesels. wird erhalten durch Zusatz von kiesels. Natron zu verdünnter Salzs., wobei die letztere in grossem Ueberschusse gelassen wird. Die Salzs. u. das Chlornatrium können ganz durch Dialyse entfernt werden. Die Kiesels. lässt sich nun durch Kochen in einem Kolben concentriren. Die Lösung ist selbst bei einem Gehalte von 14 % Kiesels. nicht zähflüssig; sie erstarrt aber allmälig zu einer in W. nicht mehr löslichen Gallerte. Die Coagulation wird in wenigen Minuten bewirkt durch eine Lösung, die nur 10 Z.T. eines Alkalis oder einer kohlens. Erde enthält; auch durch einige Blasen CO^2. Die Lösung ist geschmacklos.

Leitet man einen Strom CO^2 durch eine Lösung von kiesels. Kali oder Natron, so wird die Kiesels. nicht sofort präcipitirt; die Lösung enthält viel kohlens. Kali, u. erst bei längerem Durchleiten der CO^2 Bicarbonat. Während viel kiesels. Alkali zersetzt wird, scheidet sich keine oder fast keine SiO^3 aus; also hat sich saures kiesels. Alkali gebildet.

(Um die SiO^3 als freie anzunehmen, meint Bischof, reiche das vorhandene W. nicht aus; was nach den neuern Versuchen über die grosse Löslichkeit der SiO^3 wohl keinen bindenden Grund abgeben dürfte.) Alkalische Carbonate oder Bicarbonate u. Silicate können also nebeneinander bestehen. Selbst in einem mit CO^2 gesättigten W. kann neben kohlens. Natron kieselsaures bestehen. (Bischof I, 1863, 34.)

Die Kiesels. hat eine grosse Tendenz sich mit Kalk u. Magnesia. Thonerde, Eisen u. anderen Metallen zu verbinden; was damit übereinstimmt, dass bei den gegenseitigen Zersetzungen der Salze, sich die in W. unlöslichsten Verbindungen zu erzeugen pflegen. So zerlegen kiesels. Alkalien schwefels. Kalk. schwefels. Magn., Chlorcalcium, Chlormagnesium. Alkali-Silicat wird auch durch Magnesia- oder Eisenoxydul-Bicarbonat zersetzt; auch durch Eisenoxydhydrat oder Magnesia-Aluminat. Da Magnesia-Silicat unlöslicher ist als Kalk-Silicat, was im frischen Zustande nicht so ganz schwerlöslich ist, so liefern Magnesia-Bicarbonat u. Kalk-Silicat in heisser Lösung: Kalk-Bicarbonat u. Magnesia-Silicat.

Unter Umständen fällt aber die Kiesels. nicht mit Kalk verbunden nieder. Es wird z. B. Kalk-Bicarbonat zersetzt durch Kali-Silicat, wobei Kalk- u. Kali-Carbonat gebildet u. Kiesels. frei wird u. einen mit Säuren brausenden Niederschlag bildet. (Bischof I. 50.) Auch wird Natron-Silicat in kohlens. W. durch kohlens. Kalk zersetzt u. Kiesels. niedergeschlagen. (Ibid. I. 110.)

Zu §. 176. Eine heisse Qu. am Kaba auf Java enthält 1,53 Z.T. SiO^3 (Mayer). —

Die warmen Qu., welche Kieselsinter absetzen, sind sehr häufig auf Neu-Seeland. Auf sie werden wir noch in der Physik der natürlichen W. zurückkommen; hier seien nur einige chemische Thatsachen nach Hochstetter's Berichten erwähnt. Eine der merkwürdigsten neuseeländischen Sinterthermen ist Te Tarata. Ihr W. reagirt neutral, hat einen schwach salzigen, aber keineswegs unangenehmen Geschmack u. besitzt in hohem Grade die Eigenschaft zu versteinern oder richtiger zu übersintern u. zu inkrustiren. Der Absatz ist, wie bei den isländischen Qu., Kieselsinter oder Kieseltuff, u. der Abfluss des Sprudels hat am Abhange des Hügels ein System von Kieselsintermassen gebildet, die weiss, wie aus Marmor gehauen, einen Anblick gewähren, den keine Beschreibung u. kein Bild wiederzugeben vermag. Es ist als ob ein über Stufen stürzender W.-Fall plötzlich in Stein verwandelt worden wäre.“ Verf. gibt auf einer Farbdrucktafel eine Veranschaulichung dieser Ablagerungen u. erläutert mit Hülfe einer Durchschnittszeichnung der Qu. u. der sich am Abhange gelagerten Sinterterrassen die dortigen Verhältnisse. „Die Sinter-Ablagerungen bedecken ungefähr eine Oberfläche von 3 Acres Land. Zur Bildung der Terrassen, wie wir sie heute sehen, waren wohl Jahrhunderte nothwendig. Forbes hat aus der Dicke der Kieseltuffablagerungen am grossen Geyser auf Island, die er zu 762 Zoll annimmt, u. aus der Beobachtung, dass ein Gegenstand, welchen man 24 Stunden lang dem Ablauf des Geyserwassers aussetzt, sich mit einer papierdünnen Kieselhaut bedeckt, das ungefähre Alter zu 1036 Jahren berechnet....“

Analysen von Thermen von Neu-Seeland (von Kielmayer 1 u. 4, von Melchior 2 u. 3): 1 war schwachalkalisch nach dem Eindampfen, die andern neutral. In allen liessen sich Magn., Kalk, Schwefels., Spuren organischer Substanz, dagegen (wegen unzureichender Menge des W.) CO^2, Eisen etc. nicht nachweisen.

1) Puia nui bei Tokanu, Sprudel von 86° C.
2) Tetarata-Qu. am Rotomahana; 84°.
3) Ruakiwi, Sprudel am Rotomahana; 98°.
4) Rotu-punama am Rotomahana; 16°5.

In 10000:	1.	2.	3.	4.
Kieselsäure	2,1	1,64	1,68	2,31
Chlornatrium	42,63	25,04	19,92	11,92.

Analysen von neuseeländischen Kieselsintern von Mayer:
1) Tetarata-Qu., a) noch nicht erhärtet, b) erhärtet,
2) Nhagapa-Sprudel,
3) Whatapohu-Sprudel,
4) Otukapuarangi-Quelle.

	1 a	1 b	2	3	4
Alkalien	,38		,42	,4	Spur
Magnesia	,4		,26		Spur
Kalk	,45	1.09	,27	,64	,36
Eisenoxyd			1,34		Spur
Thonerde	1,21	1,27	3,87	2,99	Spur
Kieselsäure	86.03	84,78	79,34	88.02	86,8
Wasser*)	11,52	12,86	14,5	7.99	11,61.

*) Und Organisches.

Die Gesteine, woraus die Springquellen von Neu-Seeland ihre Kiesels. nehmen, sind kieselreiche Rhyolithe u. Tuffe.

Die Analyse einer siedenden Qu. von Neu-Seeland s. auch in Erdmann's Journ. 89. B., 186. Am Waikato traf Dieffenbach einen Thermalsinter mit 75 % Kieselsäure.

Ein Mineral der Insel Terceira, ohne Zweifel Absatz aus heissen Qu., enthielt Kiesels. 77.05, Eisenoxyd 1,07, eingesprengten Schwefel 22,2; letzterer rührt her von *HS*-haltigen Dämpfen, die noch daselbst ausströmen. (Journ. f. prakt. Chem. XXV, 376.)

In der Nähe von Cape-Maria ist eine kalte verkieselnde Quelle. Der S. 325 angeführte Kieselabsatz von Flores soll einer kalten Qu. angehören u. soll der unlösliche Theil des Kieselabsatzes sein, nachdem mit Salzsäure 13 % Eisenoxyd mit wenig Kalk u. Thonerde gelöst worden.

Den S. 323 gegebenen Analysen vom Geysir sind noch die von Pfaff u. von Forchhammer zuzusetzen. Jener traf Cl 1,68, SO^3 1,32, SiO^3 8! (was wohl nur eine unvollständige Analyse ist; vgl. Naturforschervers. 1846, 183); dieser soll NaCl 1,68, $NaO\,SO^3$ 0,62, SiO^3 4,09, NaO 1,32, „Gyps" 0.34 gefunden haben u. im Kieseltuff des Geysirs KO u. NaO 0.92, MgO 1,06, CaO 0.7, Fe^2O^3 1,91, Al^2O^3 3,07, SiO^3 84,43, HO 7,88 (Poggend. Ann. 35. B., 350).

Die durch die isländischen Qu. gebildeten Concretionen bedecken einen Flächenraum von 4 Stunden. Eugen Robert sagt, dass diese eigenthümliche Kieselbildung verschiedene Produkte, Uebergänge von losem Sande (das Resultat eines plötzlich erfolgten Niederschlages) durch zahlreiche Abstufungen bis zu den dichtesten durchscheinenden Gesteinen darstellen; letztere enthalten Abdrücke von Blättern der Birke u. Stücke ihrer Stämme; sie sind dem Holzsteine aus Westindien ähnlich. Auch kommen Stengel u. Blätter von Equisetum u. verschiedenen Moosen vor; aber keine dieser Species ist noch in Island vorhanden u. wahrscheinlich sind solche durch die Kieselablagerungen gänzlich zerstört worden.

Magnesia-Silicat soll sich nach Berzelius bei der Abdampfung der Karlsbader Qu. (Gilbert's Annal. 74. Bd., 141) abscheiden; ebenso sollen sich nach Kersten aus dem Marienbader W. beim Verdampfen Silicate absetzen, die mit Säuren gallertig werden.

Zu §. 177. Die Naturverhältnisse, unter welchen die Verkieselung der Hölzer eintrat, müssen immer mit der Gegenwart Schwefelsäure-haltender Quellen vergesellschaftet gewesen sein; denn man findet fast kein verkieseltes Holz, welches nicht deutlich in grösserem oder geringerem Grade u. Umfange die charakteristische Einwirkung dieser Säure auf die Zellenwände bald frischer Hölzer u. bald schon ausgebildeter Braunkohle zeigt. Man erkennt an mehreren verkieselten Hölzern den stetigen Uebergang von wohlerhaltenem Holze bis zum völlig strukturlosen Opal. Dieser Uebergang wird durch längere u. intensivere Einwirkung der Schwefels. bedingt, u. die Vertheilung der kleinen übrig bleibenden Partikelchen organischer Substanz verursacht eben das Opalisiren in der übrigen homogenen Kieselmasse. (Schmid u. Schleiden in Jahrb. f. Miner. 1855, 576).

Zu §. 181. Wird kohlens. Kali (Natron) in W. mit Kiesels. in löslicher oder unlöslicher Modification gekocht, so bildet sich kiesels. Kali u. (vorübergehend) Alkalibicarbonat, weshalb man in heissen Qu. sich die Kiesels. in Verbindung mit dem Alkali denken muss. (G. Bischof I, 1863, 42.)

Kalisilicat zerlegt Chlornatrium: letzteres suchte G. Bischof durch den in einer Lösung beider Salze mit Alkohol von 30 % gebildeten Niederschlag zu beweisen.

Die Natronseeen in Unteregypten in der Wüste am westlichen Ufer des Nils, etwa 10 Stunden davon entfernt, werden durch viele kleine Qu. alimentirt. Cf. Compt. rend. XXI, 576, Andréossy in Ann. de Chim. XXX, 320 u. Russegger in Karsten's u. v. Dechen's Arch. XVI. 380.

Die Natronseeen der Araxesebene sind an den Ufern mit Krusten eines festen Salzes bedeckt, wovon auch losgerissene Theile wie Eisschollen umherschwimmen; auch der Grund dieses See's ist mit einer mehrere Zoll dicken Salzrinde überzogen. In einem Salzsee bei Taschburun fand Abich Chlornatr. 499, schwefels. Natr. 69, kohlens. Natr. 98, in einem See südlich des kleinen Ararats Chlornatr. 2136, schwefels. Natr. 557, kohlens. Natr. 370.

Der Palicer See enthält nach v. Hauer Chlornatr. 5,7, schwefels. Natr. 0,9, kohlens. Natr. 12,3, kohlens. Magn. 2,6, Kiesels. 0,1, Eisen Spur.

Der Van-See oder Ardjisch-See im südlichen Armenistan wurde noch von de Chancourt analysirt (I). Daneben steht die Analyse von Abich (II).

	I	II
Chlornatrium	93,8	80,54
Schwefels. Natron	33,3	25,67
„ Kali	5,5	5,36
Kohlens. Natron	86,1 [1]	53,98
„ Magn.	5,5	[4,03 [2])
Kieselsäure	1,8	,76 [3])
Eisen	Spur	[2,59 MgO SO^3]
	226.	173.

[1]) Als Sesquicarbonat gelöst.
[2]) Erdbicarbonate.
[3]) Thonerde u. Kieselsäure. Die schwefels. Magn. bleibt mit kohlens. Natron umzurechnen.

Aequivalentquotiente (I): Chlornatr. 16,38, kohlens. Natr. 16,2, schwefels. Natr. u. Kali 5,32($\times 3 = 15,96$), kohlens. Magn. 1,3, Kiesels. 0,6.

Zu §. 183. Kalium. Zu Stassfurth findet sich ein Steinsalz mit 35,02 % Chlorkalium u. 0,23 % Chlormagnium.

Deville fand im W. der Flüsse, Garonne, Seine, Loire, Rhone, Donau, Rhein viel mehr Natron als Kali; Clark machte dieselbe Bemerkung in Bezug auf die Themse.

Ein Salz-W. von Methana soll 18 Z.T. schwefels. Kali enthalten.

Zu §. 184. Der Lithium-Gehalt des Ofener Kaiserbades beträgt 0,1 Z.T..

Zu §. 185. Cäsium. Durch Eindampfung von 30000 Pfund Dürckheimer M.W., wozu fast 100 Centner Steinkohlen erforderlich waren, wurde eine Lauge erhalten, die nicht mehr als 1,5 Grm. reines Chlorcäsium lieferte.

Zu §. 186. Eine Flüssigkeit, welche auch nur 0,05 Z.T. Ammoniak enthält, gibt mit Quecksilberchlorid noch eine deutliche weisse Trübung. Bis zu derselben Grenze lassen sich Ammonsalze nachweisen, wenn der betreffenden Flüssigkeit etwas Aetzkali oder kohlens. Kali zugesetzt wird. Manche Quell-W. sind nach Bohlig ammoniakfrei, nie aber das destillirte W., sofern bei der Bereitung nicht grosse Vorsicht angewandt wird. Man setzt 5 Tropfen Sublimatlösung (1:30), also 1 Centigr. Sublimat. zu 10 C.C. W. u. nachher 5 Tropfen einer Lösung reinen kohlens. Kali's (1:50). Fresenius fand aber, dass freie CO^2 die Empfindlichkeit der Reaktion ganz ausserordentlich beeinträchtigt, ehe kohlens. Kali zugesetzt ist.

In Armenien u. Hochasien finden sich mehrere Schwefelgruben, in welchen zugleich Ammoniak in bedeutender Quantität entwickelt wird. (Vogt Geol. II.)

Im Thermal-W. (Zu den 4 Jahreszeiten) in Wiesbaden fand Hjelt u. Röhr 4,485 Z.T. Salmiak, also etwa 1,5 Ammonium.

Zu §. 187. Baryum. Die Löslichkeit des kohlens. Baryts ist nach Bineau 0,21 oder gar nur 0,025 nach anderen Referaten. — Das W. von Recklinghausen enthält 0,52 Baryum, das der Petersonschen Saline bei Tarentum 0,067 Baryum.

Zu §. 188. Strontium. Ueber die Löslichkeit von kohlens. Strontian nach Bineau differiren wieder die Referate von 0,1—0,033 Z.T. — Die Petersonsche Saline ist ungewöhnlich reich an Strontium; sie hält 0,88 Sr.

Zu §. 191. Kohlensaurer Kalk. In kohlens. W. lösten sich nach G. Bischof (I. 101) 5.7—5.749 Z.T. kohlens. Kalk. Selbst ein grosser Ueberschuss an CO^2 vermehrt diese Menge nicht.

In einer Mischung der Lösungen von zweifach kohlens. Alkalien u. von schwefels. Kalk tritt, auch, wenn keine CO^2 entweichen kann, allmälig eine Ausscheidung von kohlens. Kalk ein, nach Bineau. Diese Bemerkung erscheint mir deshalb wichtig, weil viele Sinterwässer reich an Sulfaten sind.

In einer inkrustirenden Qu. aus dem obern Senon-Kreidemergel nördlich von Hamm zwischen Hövel u. Herbern fand v. der Marck 0.3 schwefels. u. salzsaure Salze u. 2,75 Erdcarbonate in freier CO^2 gelöst.

Kalk-Bicarbonat scheint durch Magnesiahydrat zersetzt zu werden (Bischof Geol. 51).

Kalk-Bicarbonat zersetzt sich mit schwefels. Eisenoxydul, schwefels. Kupferoxyd, schwefels. Zinkoxyd.

Nachbenannte Flüsse, die im Kalkgebirge entspringen, enthielten Z.T. kohlens. Kalk:

Alme 1,8, Lippe 2,26, Pader 2,53 (Bischof),

Ammer 4,3, Neckar 4,56 (Schübler).

In verschiedenen Flüssen, die meistens mächtige Kalkgebirge durchfliessen, beträgt der kohlens. Kalk 43—94 % des festen Gehalts.

Die Menge des kohlens. Kalks, welche jährlich durch die Pader, Lippe u. s. w. dem Teutoburger Wald entzogen wird, ist gleich einem Cubus von mehr als 100 F. Seite. Die Soole von Oeynhausen bringt jährlich 18000 Centner oder 10000 K.F. kohlens. Kalk an die Oberfläche. (Bischof.)

„In Persien wird ein schöner, durchscheinender Kalkstein, Tabreez-Marmor genannt, durch den Niederschlag einer berühmten Qu. in der Nähe von Maragha gebildet u. hier kann man den ganzen Bildungsprozess beobachten. An einer Stelle ist das W. klar, an einer andern aber trübe, schlammig u. stagnirend, an einer dritten sehr consistent u. fast schwarz u. an der letzten endlich schneeweiss. Die versteinernden Behälter haben das Ansehen von gefrorenem W.; wirft man einen Stein hinein, so zerbricht die Kruste. An einigen Stellen ist die Kalkstein-Bildung schon so weit vorgeschritten, dass man über den festgewordenen Sinter weggehen kann. Der Durchschnitt einer solchen Steinmasse sieht einer Lage von Papierblättern ähnlich, da sie sich in ganz feine Blätter theilen lässt. Die Tendenz dieses W. in eine feste Substanz überzugehen ist so gross, dass selbst die Blasen auf seiner Oberfläche sich erhärten, so, als würden sie plötzlich in Stein umgewandelt." (Morier's Travels.) „Der Tabreez-Sinter, der unweit Maraga an der Ostseite des Sees Urumiah erzeugt wird, ist der herrlichste Marmor, gewöhnlich gelblich oder hellblau (durch Eisenoxydul? L.), vollkommen compakt u. so durchscheinend, dass er in dünnen Schichten für Badefenster gebraucht wird. Ungeheuere Quantitäten dieses Marmors sind gebrochen worden. Man nimmt gewöhnlich an, dass die Qu. ihn jetzt absetzen, aber Hitchcock vermuthet, dass dies nicht der Fall sei. Ueber dem Marmor, der wahrscheinlich einer Zeit angehört, als die Qu. heisser waren, liegt ein mehrere Fuss dickes Lager von gewöhnlichem Travertin." (Assoc. of Amer. Geolog., 414; nach Mantell Geol.)

Senft hat längere Zeit Beobachtungen über Sinterbildungen des Kalkspaths u. Arragonits in der Umgebung Eisenach's angestellt u. darüber eine mit vielen, lehrreichen Beispielen ausgestattete Abhandlung geliefert. (Ztschr. der deutsch. geol. Ges. XIII; Auszug daraus: Ueber Kalktuffbildung in Ztschr. für d. ges. Naturwiss. XIX). Die Abscheidung des kohlens. Kalks aus Gewässern, welche im Gestein niedergehen, fand nur da statt, wo die Oberfläche von Kalkbergen (Muschelkalk) mit Vegetation bedeckt war. Kalkspath bildet sich als Sinter in dem Maasse im Gestein aus, als die Absatzstellen freier mit der Atmosphäre communiciren u. durch raschere Verdunstung u. Temperaturwechsel Gelegenheit zu rascherer Ausscheidung des kohlens. Kalks gaben, oder auch an solchen Orten, an welche bei festerem Abschluss gegen die Atmosphäre concentrirtere Kalklösungen gelangen. Arragonitsinter bildet sich dagegen nur an solchen Orten, welche weniger dem Luft- u. Temperaturwechsel ausgesetzt sind u. welche zu der Voraussetzung berechtigen, dass die Kalklösung von geringer Dichtigkeit in ihnen anlangte.

Bezüglich der Kalktuff-Bildung aus gypshaltigen Qu. hat Märtens seine Ansichten mitgetheilt (Jahrb. f. Mineral. 1855). Er glaubt, dass hierbei wesentlich die sich zersetzenden organischen Substanzen mitwirken, welche mit den Eisenoxydul-Verbindungen bei Abschluss der Luft den Gyps zerlegen, u. Schwefeleisen, Kohlens. u. kohlens. Kalk bilden. Letzterer löse sich im Quell-W. mittels der CO^2 auf, werde aber von den Eisenoxydul-Verbindungen, wenn diese nicht ganz zu Schwefeleisen wurden, wieder ausgeschieden.

Zu §. 192. In einer Auflösung von kohlens. Magnesia in kohlens. W. bildeten sich beim langsamen Verdunsten der CO^2 glänzende, jedoch an der Luft verwitternde Krystalle, nach Marignac von der Zusammensetzung $MgO\ CO^2 + 4\ HO$ (wie auch Damour angibt), zugleich aber auch rhombische Krystalle von $MgO\ CO^2 + 3\ HO$.

Die im Verhältnisse zum kohlens. Kalk nur in geringer Menge in den Flüssen vorkommende kohlens. Magnesia entspricht nach Bischof der geringen Menge, in welcher sich dieses Carbonat in der Regel in den Kalksteinen findet. Wo die Flussgebiete Dolomit u. dolomitischen Kalkstein durchschneiden, da tritt die kohlens. Magnesia in etwas grösserer Menge in den Flüssen auf. (Aar, Rhein, Arve.)

Magnesia-Bicarbonat wird durch Kalksilicat zersetzt. (G. Bischof I, 1863, 78.)

Zu §. 193. Aus einer warmen Auflösung von schwefels. Magnesia scheiden sich Krystalle des Salzes mit 6 At. W. aus. — Aus einer übersättigten Lösung von schwefels. Magnesia krystallisirt in der Kälte bald ein Salz mit 6 Atomen W., bald ein mit dem gewöhnlichen Bittersalz gleich zusammengesetztes, aber durch grössere Löslichkeit u. andere Krystallform davon verschiedenes Salz mit 7 At. W. (Marignac).

Das W. der Aar, der Arve u. der Donau sind relativ reich an schwefels. Magnesia.

Zu §. 195. Thonerde. Es gibt zwei lösliche Modifikationen der Thonerde, die durch Dialyse dargestellt werden. — Künstlich dargestellte kieselsaure Thonerde ist nicht unlöslich. — „Kiesels. Alkalien in wässriger Lösung extrahiren geringe Mengen Thonerde“ sagt G. Bischof; die Menge der gelösten Thonerde ist, wie es scheint, so gering nicht. 100 Th. kiesels. Kali mit der mehrfachen Menge W. lösten 16 Th. kiesels. Thonerde in gelinder Wärme vollständig; die kiesels. Thonerde schied sich aber bei W.-Zusatz aus. Es fanden sich aber 62 Z.T. Thonerde in Lösung. Als man eine Lösung von kiesels. Thonerde mit kiesels. Thonerde in gewöhnlicher Temperatur 4 Tage stehen liess, konnte im Filtrat keine Thonerde gefunden werden. Kohlens. Kali löst selbst in der Siedhitze keine Spur Thonerde aus kiesels. Thonerde. Eine Lösung von kiesels. Natron löst aber schon in der Kälte eine nicht unbedeutende Menge Thonerdehydrat. (G. Bischof I, 1863, 74.) — Gelöstes Chloraluminium wird durch kohlens. Kalk zersetzt, wobei Thonerde niederfällt. —

Durch gelöstes Chloraluminium (1,3 Z.T. in 60 fest. Geh.) ist das W. von Chatel-Guyon ausgezeichnet.

„Die durch den Abfluss der isländischen Qu. gebildeten Bäche sehen aus wie Milch, da sie auf ihrem Wege über die bisherigen Concretionen eine thonige Erde mit sich führen.“ (Mantell.)

Zu §. 197. Mangan. Schwarz-Manganerz hat man als Versteinerungsmittel eines Ammoniten gefunden.

Der Absatz eines W. der Grube Himmelfahrt bei Freiberg hatte mehrere Linien dicke, harte Krusten gebildet, die bestanden aus: Manganoxyd 25,01, Eisenoxyd 22,9, Kiesels. 18,98, W. 33. (Kersten im Journ. f. pr. Chem. XXII.) Im Absatz der Thermen von Luxeuil fand Braconnot (Ann. de Chim. XVIII): Manganoxyd 35, Eisenoxyd 6,5, Baryt 4,5, Ulmin 4, Quarzsand 50.

In einer Achatdruse fand Bischof auf Amethystkrystallen eine dunkelbraune Masse aus Mangan u. Eisenoxyd u. Kieselsäure.

Zu §. 198. Eisen. Durch Dialyse lässt sich ein in W. lösliches Eisenoxyd herstellen. —

„Man nimmt allgemein an, dass Eisenoxyd in Kohlensäure-haltigem W. ganz unauflöslich sei; das ist aber nicht so. Lässt man präcipitirtes Eisenoxyd,

welches gut mit W. ausgewaschen u. mit CO^2 gesättigt ist, Tage lang damit in Berührung, dann u. wann umschüttelnd, u. giesst man das W. ab, so kann man Spuren von Eisenoxyd im W. finden." (Mulder.)

Eisenoxydsalz wird durch *HS* zu Oxydul reducirt. Kohlenwasserstoff wirkt auf Eisenoxyd schon in mässiger Wärme reducirend. Faulende vegetabilische oder noch mehr thierische Substanzen reduciren Eisenoxyd. Eisenoxyd-Silicat wird durch den Einfluss faulender Substanzen zu Oxydul-Silicat u. durch die bei der Fäulniss gebildete CO^2 theils gelöst.

Eisenoxydhydrat wirkt zersetzend auf Natron-Silicat, wobei kiesels. Eisen in Lösung kommt.

„Wird zu einer concentrirten Lösung von Eisenoxydul-Bicarbonat eine verdünnte Lösung von kiesels. Kali gesetzt, so färbt sich die Flüssigkeit grün als Zeichen der Bildung von kiesels. Eisenoxydul. Die Farbe geht in Gelblichgrün über u. ist nach mehreren Tagen verschwunden." (Bischof I, 79.) Die oben referirte Vermuthung, dass die Therme von Oeynhausen das Eisen als Silicat aufnehme, kann darin eine Bestätigung finden, dass nach der neuen Analyse die vorhandene SiO^2 äquivalent ist mit Eisen u. Mangan. In den Ockern ist das Eisenoxyd auch oft mit Kiesels. verbunden (Bischof), wie auch Kersten (im Ocker von Marienbad), Rammelsberg (in einem Stollen-W.), Kosmann (im W. von Niederbronn) ähnliche Verbindungen gefunden haben. Aus dem Wiesbadener Thermal-W. zu den vier Jahreszeiten setzt sich nach Hjelt u. Röhr nach längerm Stehen ein Bodensatz aus kiesels. Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat u. kohlens. Kalk ab. (Jahrb. d. Ver. f. Naturk. in Nass., H. 14, 436.) Oxyd-Silicat wird hier wahrscheinlich abgelagert, weil es wohl weniger löslich ist als Oxydul-Silicat. Eisenoxydul-Bicarbonat u. Kalk-Silicat bilden kiesels. Eisenoxydul u. Kalk-Bicarbonat; kiesels. Eisenoxydul scheidet sich aus. (G. Bischof.)

Der Absatz einer Qu. in der Nähe des Laacher Sees bestand nach G. Bischof aus Eisenoxyd 80,64, kohlens. Kalk 13,06, Kiesels. 6,3. Ein anderer Absatz enthielt keine Spur kohlens. Kalk.

Zu der (S. 423) aufgeführten Ocker-Analyse von Ems gehören noch: Kohlens. Stront. 0,083, kohlens. Bar. 0,081, schwefels. Bar. 0,389, Manganoxyd 0,285, Arseniks. 0,119, Bleioxyd 0,076, Sand u. Thon 32,682, in Salzs. lösliche Kiesels. 3,147, Organ. 2,216, W. 6,565.

Auf der Insel St. Mary hat Boase die Verkittung des Granitsandes als Wirkung eines Eisen-W. beobachtet.

Zu §. 201. Kiesels. Nickeloxyd (0,5 Nickeloxyd u. 0,5 Kiesels.) löst sich zu 0,167 Z.T. in W., dagegen fast zu 1 Z.T. in kohlens. W. (Bischof I, 1863, 68). Kiesels. Nickeloxyd wird durch *HS* zersetzt; aber das gebildete Schwefelnickel im *HS*-haltigen W. gelöst.

Silicate von Zink-, Kupfer-, Nickel-, Silber-Oxyd werden durch CO^2 zersetzt. (Bischof, Geol. I, 1863, 64.)

Zu §. 202. Zinkoxyd ist nach Bineau zu 0,01 Z.T. in W. löslich. Kohlens. Zinkoxyd löste sich nach Bischof zu $^1/_{4108}$ in kohlens. W., also zu 2,43 Z.T.. Kieselzinkerz löst sich nach V. Monheim zu $^1/_{2427}$ in kohlens. W., also zu 4,12 Z.T..

Kohlens. Zink trifft man öfters zu 1—2 %, ja zu 9,7—28,9 % in Dolomiten an.

Im Ocker der Trinkqu. von Alexisbad fand Bley 5,11 Z.T. kohlensaures Zinkoxyd.

Zu §. 253. Kupfer. Kiesels. Kupferoxyd wird durch CO^2 zersetzt, auch durch *HS*, wobei aber Schwefelkupfer gelöst wird. (G. Bischof, Geol. I, 1863, 65, 70.)

Das Kupfererz in einem Braunkohlenlager in Neu-Braunschweig ist sehr ähnlich den neuern Kupfer-Ablagerungen auf Anglesey, in Ungarn u. in Spanien, wo noch gegenwärtig aus Wässern, welche Kupfer aufgelöst enthalten, dieses durch Hineinlegen von Eisen gefällt wird. (Mantell.)

Zu §. 206. Kiesels. Silberoxyd mit W. u. CO^2 behandelt gab eine etwas schwärzliche Lösung, die theils kohlens. Silber, theils Kiesels. enthielt, im Ganzen etwa 2 Z.T.. — Silberoxyd löst sich in etwa 3000 Theilen Wasser.

Zu §. 209. Das Vorkommen von Vanadin in einer ziemlich grossen Anzahl von Substanzen, welche sich im Feuer zersetzen oder umwandeln, scheint zu beweisen, dass bei der Bildung vanadinhaltiger Mineralien W. mitgewirkt hat.

Ueber Thallium als Begleiter von Cäsium u. Rubidium in M.W. s. Erdm. Journ. 89. B., 378.

Zu §. 212. Nach dem Verfahren von Clark zur Bestimmung der Härte des W. mittels einer Seifen-Lösung sind Tabellen erforderlich, weil der Verbrauch an Seife nicht in demselben Verhältnisse steigt, wie der Gehalt an gelösten Salzen der alkalischen Erden zunimmt. Pierce L. Wilson (Kopp-Will Jahresber. 1861) hat gefunden, dass die Tabellen entbehrlich werden, wenn man die Normalkalklösung oder das zu prüfende W. mit einer Lösung von kohlensaurem Natron versetzt, wodurch die Kalksalze sämmtlich in kohlensauren Kalk verwandelt werden, welcher bis zu einer gewissen Verdünnung gelöst bleibt. Als Normalkalklösung benutzt Wilson eine Lösung von 1 Th. krystallisirten schwefels. Kalk in 2543 Th. W., was der Clark'schen Lösung von 16 kohlens. Kalk in 70000 entspricht. Die Seifenlösung erhält man durch Lösung von 30 Grm. Natronölseife in 3 Liter Weingeist von 90° Tr. u. Abfiltriren von etwa ausgeschiedenem kohlens. Natron. Beim Gebrauche verdünnt man 200 Gr. zuerst mit 150 Gr. W., dann mit 130 Gr. Weingeist von 56° Tr. u. titrirt schliesslich diese Lösung so, dass 32 C.C. genau hinreichen, um in 100 C.C. der Normalgypslösung von 16° Härte beim Schütteln einen 5 Minuten lang stehen bleibenden Schaum zu bilden. In einem 400 C.C. fassenden Stöpselglas vermischt man zu diesem Zwecke 100 C.C. der Normalgypslösung mit 4 C.C. einer kalt gesättigten Lösung von kohlens. Natr. u. lässt Seifenlösung zu bis sich beim Schütteln leichter Schaum bildet, der 5 Minuten lang stehen bleibt. Ebenso verfährt man mit dem zu prüfenden W., wobei die Hälfte der verbrauchten C.C. Seifenlösung den Härtegrad bedeutet. W. von mehr als 16° Härte gibt mit kohlens. Natron einen sichtbaren Niederschlag von kohlens. Kalk. Solche W. sind vor der Prüfung mit destillirtem W. zu verdünnen.

Magnesia-Salze wirken auf Seifenlösung ganz wie Kalk-Salze. Die Angabe von Campbell, dass Mischungen von Kalk- u. Magnesia-Salzen weniger Seifenlösung erfordern, als wenn man sie einzeln prüft, fanden Faisst, Knauss u. Wilson nicht bestätigt.

Um W. weich zu machen u. ihm Kalk u. Magnesia zu entziehen, rathen Buff u. Versmann, es mit kiesels. u. kohlens. Natron zu behandeln. Van den Carput hat schon 1856 die Anwendung des Wasserglases zum Weichmachen des W. empfohlen.

Zu §. 215. Der Salzgehalt eines Brunnens zu Stuttgart wechselte in 1½ Jahren von 22—55 Z.T. nach Fehling.

Zu §. 217. Erdöl. Ueber Nefte-degil, ein wachsartiges, mit Ozokerit u. mit Kir identisches Naturerzeugniss hat v. Bär (Chem. Centralbl. 1858) Mittheilungen gemacht. Es wird aus Naphthabrunnen gewonnen, indem die dicke, schmierige Naphtha in Kesseln angezündet wird, wobei das Steinöl, welches den Nefte-degil in Lösung hatte, verbrennt. Der natürliche Kir wird in der Provinz Baku ausgegraben u. bildet hier Schichten von mehreren Fuss Dicke. Es gibt dort hunderte, vielleicht tausende Naphthabrunnen; aus vielen derselben bildet sich der Kir als eine harte Masse, die von der verdunstenden Naphtha zurückgelassen wird. Jetzt werden in der Provinz Baku jährlich 250000 Pud Naphtha gewonnen; die grösste Quantität davon ist völlig flüssig; etwa 4000 Pud werden von einer dicken Naphtha gewonnen. In Tschelekän dagegen kennt man keine weisse Naphtha u. die schwarze Naphtha ist dicker als die zu Baku, besonders die in den Brunnen, woraus der Nefti-degil gewonnen wird, wovon der Besitzer jährlich 100000 Pud liefern könnte. Die Insel Tschelekän wird von einem sehr brüchigen Schieferthon gebildet, in dem der Nefte-degil als Gangabsatz oder in Blöcken liegt. Auf der Höhe der Insel, die aus gehobenen Thonlagern besteht, findet man eine Menge Naphthabrunnen u. zwar meist auf dem Gipfel kleiner Kegel; die ausgetrocknete Naptha bildet um die Brunnen herum häufig ein hartes Pflaster. In gewissen Brunnen wird Thon mit der Naphtha ausgeworfen. Es gibt auf Tschelekän auch Salsen.

In der Nähe des Flusses Irrawaddy in Birma wird eine halbflüssige Naphtha aus gegrabenen Brunnen gewonnen. Aus derselben werden durch Destillation

mehrere flüchtige Kohlenwasserstoffe, von 26,7—200° im Siedpunkte differirend, erhalten; die schwereren Kohlenwasserstoffe dienen zum Brennen in Lampen. (Centralbl. 1858.)

Zu §. 219. Einen dem Stärkemehl ähnlichen Stoff glauben Viale u. Latini in einem Sauer-W. vor der Porta Flaminia von Rom annehmen zu müssen. Der von Eisenoxydul u. Kalk befreite Salzrückstand dieses W. enthält Jod u. nimmt mit Salzsäure eine blaue Farbe an, was nicht mehr geschieht, wenn das Jod mit Palladium ausgefällt wird. Aber auch Jodtinktur ruft, mit dem Salzrückstand in Berührung gebracht, die blaue Farbe hervor u. es geschieht dies, auch wenn das Eisen vorher nicht ausgeschieden wird.

Zu §. 235. Ueber die organische Substanz der Qu. von Molitg haben Béchamp u. St. Pierre (Rép. d. chim. appl. III) Untersuchungen angestellt. Sie bestand, wenn sie so weit trocken war, dass sie Papier nicht mehr nässte, aus 94,4 % festen Rückstand (bei 150°); letzterer aus 2,35 organischen u. 3,25 unorganischen Theilen. In letzteren waren, ausser 2,38 Sand, in Kalilauge lösliche Kiesels. 0,52, lösliche Salze u. Eisen 0,35, die organischen waren: glycogene Substanz 0,28, durch Ammoniak präcipitirbare stickstoffhaltige u. durch Chlorbaryum fällbare Substanz 2,07.

Zu §. 237. Trinkwässer. Nach Medlock verliert unreines W. bei längerer Berührung mit einer grossen Oberfläche von Eisen den Gehalt an organischer Substanz fast vollständig. Er ist der Ansicht, das Eisen bewirke Bildung von salpeteriger Säure aus dem Stickstoff-Gehalt der vorhandenen organischen Substanz oder des Ammoniaks u. die salpeterige Säure oxydire die vorhandene faulige oder fäulnissfähige Substanz. Ein hierauf gegründetes Verfahren zum Reinigen des W. hat er sich in England patentiren lassen.

Jul. Lefort Expér. sur l'aération des eaux (Mém. de l'Acad. de Méd. XXVI, 1. 229).

Zu §. 238. H. Struve (A) u. A. Göbel (B) analysirten das W. der Ostsee von verschiedenen Regionen (N. Petersb. Acad. Bull. IV). Sie fanden für 10000:

A 1) Aus dem Bar-Sund. Durchfahrt in den Skären zwischen Helsingfors u. A°bo, 59°50′ N.Br., 41°15′ Ö.L. Ferro.

2) Südöstlich von Degerby (A°lands-Inseln). 60° N.Br., 38° Ö.L..

3) Vom Furu-Sund. Durchfahrt durch die Stockholmer Skären, ungefähr 59°30′ N.Br., 36° Ö.L. unter Einfluss des W. aus dem Mälar-See.

4) Von Nyköping, in ziemlich offener See, 59° N.Br., 35° Ö.L.; alle 4 nach anhaltend stillem Wetter geschöpft.

5) Von Westerwick, 57°40 N.Br., 34°30′ Ö.L..

6) Von Karlskrona, 56°10′ N.Br., 33°10′ Ö.L.; beide nach mässigem West.

7) Westlich von Malmö, 55°30′ N.Br., 30°45′ Ö.L.; bei Windstille geschöpft, aber unter dem Ausfluss des vorher eingetriebenen Wassers.

8) Von Landskrona am Sund, 55°50′ N.Br., 30°41′ Ö.L., bei Windstille nach zweitägigem, heftigem Sturm.

B 9) Im Rigischen Meerbusen, zwischen Kaugern u. Carlsbad, bei frischem Westwind.

10) Aus der Bucht von Hapsal bei leisem Südwest.

11) Aus dem westlichen Theile des Soela-Sunds zwischen Oesel u. Dagden, bei stillem Wetter.

12) Von der hohen Ostsee, westlich von den Weigat-Inseln, 1′ unter der Oberfläche.

A	1	2	3	4	5	6	7	8
Na Cl	52,88 }	43,5 }	37,94	57,25 }	61,78	86,95 }	145,97 }	156,68
K Cl	1,71 }	}		2,35 }		1,11 }	}	
Mg Cl	7,1	9,84	5,01	7,26	7,19	14,14	11,15	11,92
MgO SO^3	2,4	3,3	2,52	2,91	4,56	1,83	9,53	2,99
CaO SO^3	3,43	2,31	2,09	4,61	3,04	6,24	6,94	17,08
Summe	67,52	58,95	47,56	74,39	76,57	110,27	173,59	188,67.
Rückst. b. 100°	70,1	61,15	49,2	78,08	83,38	123,9	178,4	204,3.
Spez. Gew.	1005,4	1004,6	1003,7	1006,	1006,4	1009,	1013,4	1015,3.

B	*9	*10	11	12
Na Cl	44,64	43,77 [2])	54,91 [3])	52,34 [3])
K Cl	,82	,96	1,34	1,16
Mg Cl	5,01	7,11	7,82	8,
MgO SO^3	3,45	3,76	3,87	2,83
CaO SO^3	2,31	2,15	3,28	4,02
CaO CO^2	1,35	,77		
SiO^3	,21 [1])	,003	,05	,23
Summe	57,87	58,79	71,27	68,68.

[1]) Noch 0,067 kohlens. Eisen.
[2]) Noch Mg Br 0,244 u. eine Spur Eisen.
[3]) Incl. Brom. In allen 4 eine Spur organischer Substanz.

Die 3. Analyse auf S. 555 ist von Kappel (1859) angeführt.

Weisses Meer. Bei Nonoxa geschöpftes W. wurde von Knauss analysirt.

Mg Br + J	,455	Spez. Gew. 1016,7.
Na Cl	178,182	
Mg Cl	16,312	
MgO SO^3	,484	
CaO SO^3	23,51	
CaO CO^2	,11	
Fe^2O^3 u. Al^2O^3	,254	
SiO^3	,061	
	219,371	(direkt 223,51).

Nach Bineau enthielt das W. des mittelländischen Meeres an der Küste von Aigues-mortes geschöpft 0,01 Z.T. salpeters. Ammoniak; bei Marseille geschöpftes enthält kein salpeters. Salz. In dem bei Marseille geschöpften traf Boussingault NO^5 für etwa 0,003 Salpeter. Im W. des todten Meeres war noch nicht 0,0031 Z.T. Nitrat zu finden.

Maasse, Gewichte.

In den Schriften über Mineralquellen finden sich so mancherlei Maasse u. Gewichte in Anwendung gezogen, dass eine richtige Auffassung der chemischen Verhältnisse häufig von der Kenntniss der Hohlmaasse, sowie der Gewichte, welche in den verschiedenen Ländern gebräuchlich sind, bedingt ist. Wird z. B. der Salzgehalt einer Gallone Mineralwassers in Granen oder der Gasreichthum eines englischen Pfundes in englischen oder pariser Kubik-Zollen angegeben, oder findet man bei einem italienischen Schriftsteller den Kohlensäuregehalt eines neapolitanischen Pfundes in Kubikcentimetern ausgedrückt, so lassen sich dergleichen Bestimmungen nicht auf die bei uns üblichen Grössen zurückführen, wenn nicht der jedesmalige Werth der Hohlmaasse, Kubikzolle, Pfunde bekannt ist. Aus Unkenntniss dieser Werthe werden die Analysen ausländischer M.W., besonders solche, die in ältern Schriften aufbewahrt sind, sehr häufig falsch wiedergegeben.

1 Liter = 1000 C.C. = 50,412 par. oder 55,894 rhein. Kub.-Zoll.

1 Liter fasst 1 Kilogr. W. von 4°; 1 C.C. fasst 1 Gramm.

1 alt franz. Pinte = 931,3 C.C..

1 engl. imper. Gallone = 4 Quarts oder 8 Pints = 277,274 engl. K.Z. oder 4543,6 C.C.. — 1 Weingallone = 231 engl. K.Z. = 3785 C.C.. 1 imper. Gallone fasst 10 avoir du poids Pfund W. von $16^0{,}5$ oder 70000 Grains, die Pinte also 8750 Grains; eine Weingallone fasst 10 troy Pfund oder 57600 Grains. Ich finde in den Schriften Gallonen von 231 K.Z. à 252,456 gran W., also zu 58372 gr., u. Pinten zu etwa 7300 gr. W. berechnet; jetzt wird die Gallone aber meistens für den Raum, den 70000 Grains W. einnehmen, genommen.

1 preuss. Quart = 1145 C.C. = 64,008 rh. K.Z., 1 österr. Qut. = 1415 C.C.

Die schwedische Kanne (worauf Bergmann seine Analysen bezog) hält 100 schwed. oder 132 franz. K.Z. W. oder 42250 schwed. Grane Wasser.

16 Unzen = 7680 gr. — wo der Scrupel in 24 gr. getheilt ist, die Unze also 576 gr. hält, da 9216 gr..

12 Unzen, in den meisten Ländern 1 medizinisches Pfund ausmachend = 5760 gr. — wo aber 16 Unzen — 9216 gr. (wie in den südeuropäischen Ländern, Frankreich, Russland), da sind 12 Unzen = 6912 gr. .

1 bad., grossh. hess., preuss., schweizer Pfund (Zollpfund) = 500 Gramm; 1 österr. Pfund = 560 Grm. . Das früher in Preussen gebräuchliche Pfund hielt 467,71 Grm. .

1 par. K.Z. fasst 19,836 Gramm W. = 325,7 preuss. Grane (= 318,9 würt. Grane bei $13^{0}75$).

1 rhein. K.Z. fasst 17,8906 Gramme W. = 293,85 preuss. Grane (= 288,1 nürnberg. Grane) W. bei 4^0 oder 17,864 Gramme bei $18^{0}7$.

1 engl. K.Z. fasst 16,381 Grm. W. (nach Körner, 16,386 n. Bernoulli) = 263,535 nürnb. Grane (n. Körner) = 253 engl. Grane troy bei 4^0 im Vacuo.

1 preuss. Pfund wiegen 26,14 rh. K.Z. oder 23,58 par. K.Z. W. von 4^0
1 nürnberg. „ „ 26,65 „ „ oder 24,04 „ „ „
1 neues hess. „ „ 32 hess. K.Z. W. .

1 Becher der Struve'schen Trink-Anstalten fasst 5 Unzen.

Register.

Die Zahl bedeutet die Seite, A. Anmerkung, b. bis d. h. zweimal auf derselben Seite.

Verbesserungen.

Seite
11, l.: Thonerde 51,5 (darin 27,5 Aluminium).
23, Z. 19 v. u. l.: es st. ihn.
38, Z. 22 v. u. l.: so ergibt sich.
159, Z. 14 v. o. u. S. 163, Z. 14 u. 15 v. u. l.: Pelagonit statt Palagonit (wie im Referate stand).
206, Z. 22 l.: Bildung st. Bindung,
287, Z. 1 l.: Ouva st. Cuva.
294, Z. 8 l.: PO^5 st. PO^3.
310, Z. 11 ist gegen 1,9 1,1 weggeblieben.
315, Z. 10 v. u. l.: der Natrium-Salze über die Kalium-Salze.
331, Z. 23 v. u. l.: bekanntem st. bekannten.
332, Z. 20 v. u. l.: Kalk st. Natron.
336, Z. 1 l.: geben immer, wie.
341, Z. 18 l.: Pokolsar st. Pohalsar.
544, Z. 4 v. u. l.: chronischen statt chemischen.

Bezeichnung der Tafeln.

Die Physik der W., welche sich an die Chemie hätte anschliessen sollen, musste, damit der Band nicht zu stark würde, wegbleiben; mit ihr ist auch die Abbildung der Hundsgrotte (zu S. 69), u. die der Sprudelschale (zu S. 378) u. des Karlsbader Sinters (zu S. 378) u. Taf. III, worauf S. 308 verwiesen wird, weggeblieben. Deshalb ist auch (S. 506—510) die Bezeichnung V u. VI in Taf. A u. B umzuändern.

Die Tafeln

finden ihre Erklärung grösstentheils in §. 233; nur dass, wie, eben gesagt, statt Taf. V u. VI Taf. A u. B zu lesen ist. Taf. B, Fig. 13 ist eine Abbildung des Erbsensteins in natürlicher Grösse. Die Figuren 4, 5, 6, 7, 11 von Taf. A. verdanke ich der Güte des Herrn Ign. Beissel hierselbst; sie betreffen Quell-Organismen von Aachen u. Burtscheid. Die andern Figuren sind reproducirt nach Soubeiran, Fontan, Stiebel, Andrejewskiy etc. Taf. B, Fig. 8 ist in natürlicher Grösse; Fig. 10 u. 12 sind jedenfalls verkleinert dargestellt. Fig. 11 ist auf die Hälfte des natürlichen Durchmessers reducirt. Die übrigen Figuren sind mikroskopische. Taf. B, Fig. 14 stellt Sinter dar aus den Thermen von Aedepsos (nach Rose), a) weissen, b) von Eisenoxydfäden braun erscheinenden.

Balneologische Schriften desselben Verfassers:

Einleitung in die Mineralquellenlehre, 2 Bände, 1852—1860.

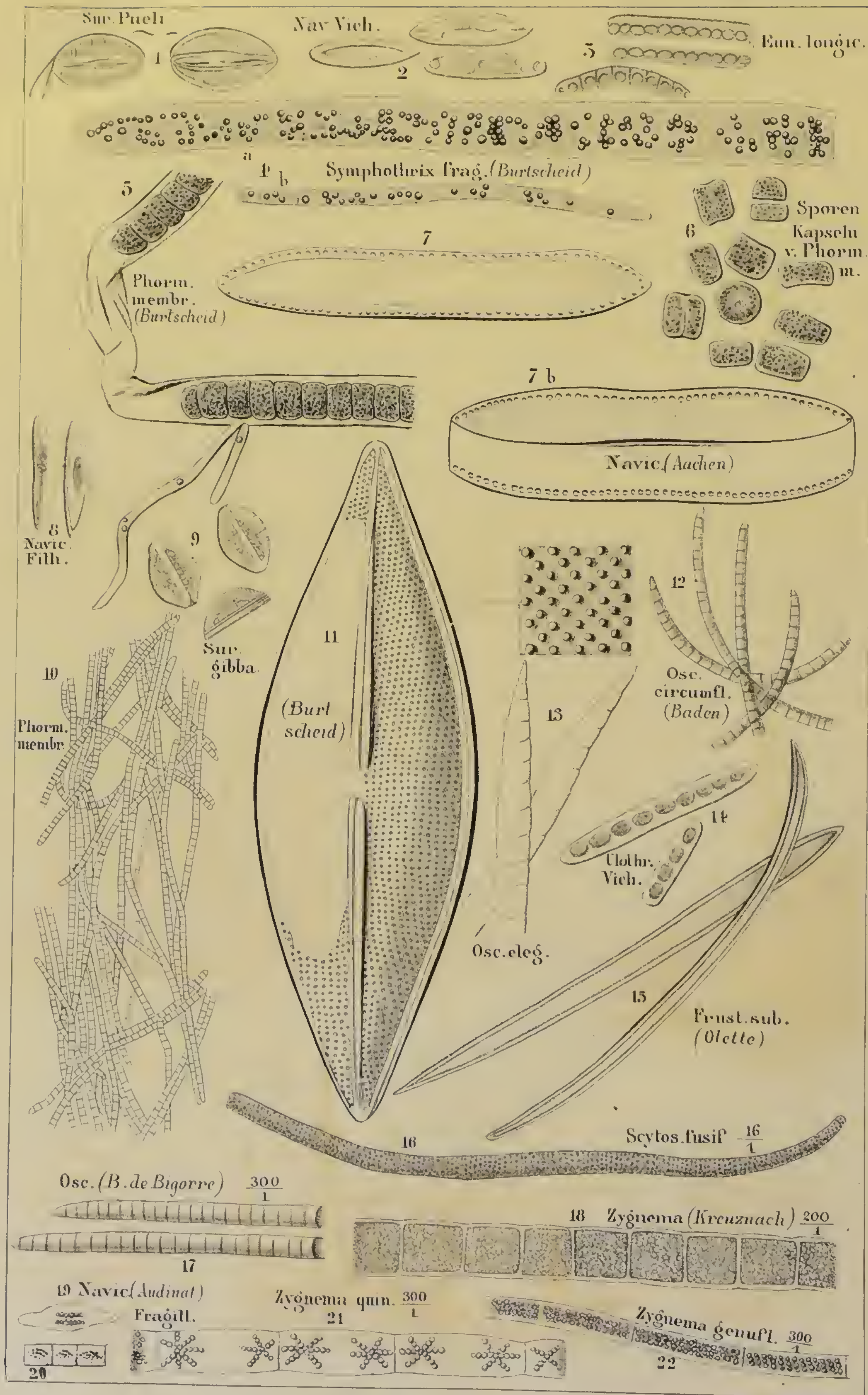
Die Burtscheider Thermen bei Aachen, 2 Hefte, 1862.

Geschichte der Hydrologie oder des Gebrauches des Wassers zu religiösen, diätetischen und medizinischen Zwecken, 1863.

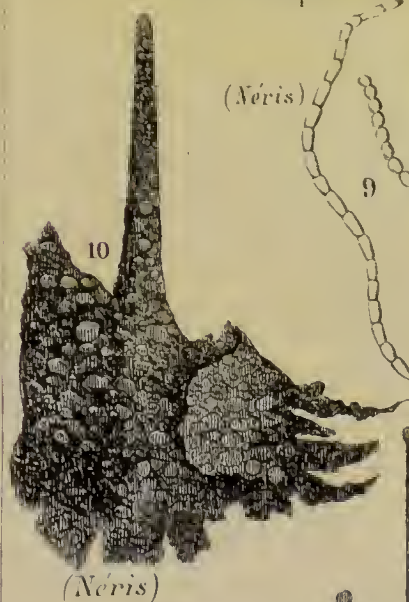
Unter der Presse:

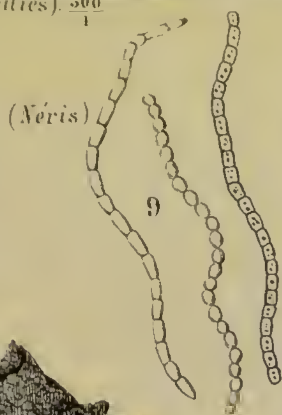
Physik der natürlichen Wässer.

Druck von M. URLICHS Sohn in Aachen.


Sur. Pueli
1
Nav Vich.
2
3
Eun. longic.
a
4
b
Symphothrix frag. (Burtscheid)
5
Phorm. membr. (Burtscheid)
7
6
Sporen Kapseln v. Phorm. m.
7 b
Navic. (Aachen)
8
Navic. Filh.
9
Sur. gibba
10
Phorm. membr.
11
(Burt scheid)
12
Osc. circumfl. (Baden)
13
14
Clothr. Vich.
Osc. eleg.
15
Frust. sub. (Olette)
16
Scytos. fusif 16/1
Osc. (B. de Bigorre) 300/1
17
18
Zygnema (Kreuznach) 200/1
19 Navic (Audinat)
Fragill.
Zygnema quin. 300/1
21
Zygnema genufl. 300/1
22
20







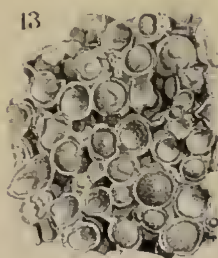


7

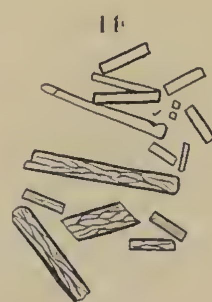
Scytos. fusif. (Salies). $\frac{300}{1}$

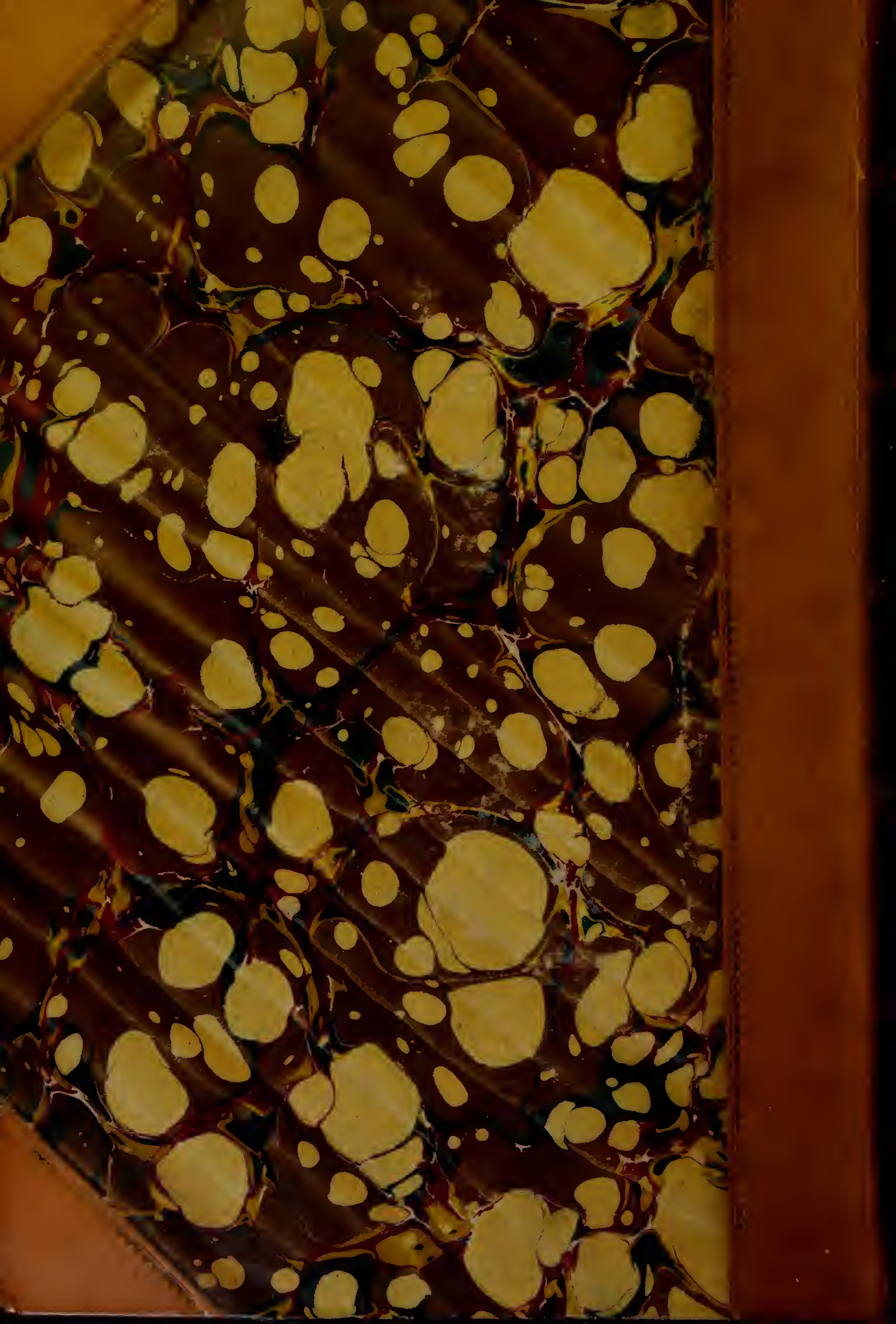
8

Sulfuraria gelat









Some
tight
gutters
in middle
of book

